COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-TREIZIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1881.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1881

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JUILLET 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Étienne-Henri Sainte-Claire Deville*, Membre de la Section de Minéralogie, décédé à Boulogne-sur-Seine le 1er juillet.

Les obsèques doivent avoir lieu demain mardi 5 juillet.

M. le Président, avant de lever la séance, s'est exprimé en ces termes :

« Notre éminent collègue Henri Sainte-Claire Deville n'est plus. Ce n'est pas le moment de retracer sa vie et ses travaux et de rendre hommage à ses rares qualités. Une voix éloquente et amie le fera demain au bord de sa tombe. Mais je veux être l'interprète de notre douleur commune, de nos regrets unanimes. La mort nous a frappés à la tête : celui que nous avons perdu comptait parmi les chimistes les plus illustres de notre époque, et son nom appartenait à l'Europe depuis longtemps.

» Ses débuts ont été marqués par des travaux qui l'ont placé immédiatement hors de pair. La découverte du toluène, celle de l'acide nitrique anhydre ont été justement remarquées et conservent aujourd'hui toute leur valeur. Ses recherches sur l'aluminium ont rendu son nom populaire et ont mis entre les mains des chimistes un réactif puissant, le sodium à bas prix, qui a été l'instrument de nombreuses découvertes. Ses travaux sur le bore, sur le silicium, sur le platine et les métaux qui l'accompagnent, lui

ont donné, en Chimie minérale, une compétence et une autorité incontestées.

» Mais le plus grand titre de gloire de notre confrère est une conception nouvelle qu'il a introduite dans la Science, sur un mode particulier de décomposition, la *dissociation*. On croyait autrefois que la décomposition était un phénomène relativement simple, s'accomplissant et s'achevant pour chaque corps à une température fixe. Notre confrère a montré qu'il n'en est pas toujours ainsi et que la décomposition s'accomplit, dans certains cas, par degrés entre certaines limites de température, de telle sorte qu'elle s'arrête à une température donnée, par la raison qu'il s'établit un équilibre entre le corps qui se décompose et les produits de son dédoublement. Tel est, en peu de mots, ce phénomène de la dissociation, auquel notre confrère n'avait pas donné tout d'abord son expression et sa formule définitives, mais qu'il a conçu dans son étendue et dans son importance, par une sorte d'intuition qui est le don et la marque d'un esprit supérieur.

» Je m'arrête dans ce rapide énoncé. Un jour viendra où ces grandes choses seront dites avec autorité à l'Académie et au pays. Aujourd'hui je dois me borner aux paroles que je viens de prononcer, et qui feront comprendre à tous la grandeur de la perte que nous avons faite. »

DISCOURS PRONONCÉ AUX FUNÉRAILLES DE M. HENRI SAINTE-CLAIRE DEVILLE

PAR M. PASTEUR.

« Cher Deville,

» Un jour, dans l'élan d'une amitié dont tu m'as donné tant de preuves, voulant éloigner de moi l'idée de la mort qui avait de bien près et longtemps veillé à mon chevet, tu me demandais de parler sur ta tombe. Pour me donner l'espoir de vivre, tu cherchais à trahir ta pensée et la mienne. Je ne m'y trompais pas.

» Telle est cependant la fragilité de nos pressentiments, que ton aimable fiction est devenue la réalité. Me voilà devant ta froide dépouille, obligé, malgré le chagrin qui m'accable, de demander à des souvenirs ce que tu as été, pour le redire à la foule qui se presse autour de ton cercueil. A quoi bon, hélas! Tes traits sympathiques, ta spirituelle gaieté, ton franc sou-

rire, le son de ta voix nous accompagnent et vivent au milieu de nous. La terre qui nous porte, l'air que nous respirons, ces éléments que tu aimais à interroger et qui furent toujours si dociles à te répondre, sauraient au besoin nous parler de toi. Les services que tu as rendus à la Science, le monde entier les connaît, et tout homme que le progrès de l'esprit humain a touché porte ton deuil.

» Messieurs,

» Étienne-Henri Sainte-Claire Deville est né à Saint-Thomas des Antilles, de parents français, le 18 mars 1818. Ses études n'étaient pas terminées, qu'il manifesta une passion ardente pour les connaissances chimiques. Celles-ci brillaient alors du plus vif éclat dans notre chère patrie. Les immortels travaux des Thenard, des Gay-Lussac, des Chevreul, des Dumas, des Balard, des Pelouze, enflammaient la fiévreuse activité du jeune créole. Petit de taille, le front haut, l'œil vif, la démarche précipitée, lui aussi eût pu dire : « Mon sang bout dans mes veines comme les flots dans le » Rhône. »

» A peine âgé de vingt ans, il marquait sa place par un travail original dont il agrandit le cadre, dans les années suivantes, en y mêlant tant de preuves d'un esprit inventif et sûr, qu'on eut la hardiesse de l'envoyer dans la capitale de la Franche-Comté, chargé d'organiser la Faculté des Sciences nouvellement créée dans cette ville et de la diriger comme doyen.

» Il avait vingt-six ans!... Un doyen de vingt-six ans !... Et pourtant comme il justifia vite la confiance de tous! Le Conseil municipal de Besançon lui demande de faire l'analyse des eaux du Doubs et des nombreuses sources qui environnent la ville. Non seulement il accepte cette tâche ardue, sans gloire apparente possible, avec le dévouement de l'homme mûr qui cherche la considération dans la cité où il vient d'être accueilli, mais il y trouve l'occasion d'affirmer qu'il est un chimiste de premier rang. Aux procédés d'analyse en usage, le jeune doyen en ajoute de nouveaux, et si exacts, qu'il découvre simultanément la présence des nitrates et celle de la silice dans toutes les eaux, faits confirmés plus tard par notre grand chimiste-agronome Boussingault, qui en signala l'importance agricole. Bientôt après, le même esprit d'exactitude que Deville apporte dans ses travaux lui permet de préparer, par une des opérations les plus simples, l'acide nitrique anhydre, vainement cherché jusque-là.

» Quel glorieux contraste! la précision inventive dans cette jeune tête ardente, pleine d'imagination, de projets, qualités d'esprit parfois si dan-

gereuses et qui paraissaient à tous devoir le conduire, lui personnellement, à la précipitation et à l'erreur!

» Ce talent d'analyste hors ligne qui est un trait du génie de Deville ne l'abandonnera plus, et, si vous parcourez dans son ensemble le champ de son opiniâtre labeur, vous le trouvez, à chaque pas, jalonné par la recherche passionnée des méthodes analytiques les plus parfaites. Cette rigueur dans l'analyse, qui est la probité du chimiste, comme Ingres voulait que le dessin fût la probité de l'art, Deville la communiqua à ses élèves. On la voit briller dans les travaux de tous ceux qu'il a inspirés, Debray, Troost, Fouqué, Grandeau, Hautefeuille, Gernez, Lechartier et tant d'autres.

» Dans notre pays de centralisation excessive, Deville ne devait pas rester longtemps professeur d'une Faculté de province. A trente-trois ans, il succéda à Balard dans la chaire de Chimie de l'École Normale supérieure. Que nos hommes politiques, que nos hommes d'affaires ou nos grands industriels, ceux-ci enrichis peut-être par les travaux de Deville, saluent en passant le désintéressement du savant! Ce chimiste, déjà consommé, venait à Paris occuper une chaire dont les émoluments s'élevaient à 3000^{fr}!... Il était heureux cependant, parce qu'il allait redevenir le confident de ses maîtres et pouvoir donner à son activité les ressources de la grande capitale. Quelques années se passent dans des travaux distingués, au milieu de la jeunesse d'élite qu'il embrase de sa flamme, lorsque soudainement Deville se signale par la belle et populaire découverte des remarquables propriétés de l'aluminium, puis, sans désemparer, en quelques mois, par la solution vraiment prodigieuse de toutes les difficultés qui entravaient la fabrication industrielle du beau et curieux métal. Vinrent ensuite ses grandes recherches sur la métallurgie du platine, où l'on vit reparaître avec tant de puissance son talent d'analyste, associé à celui de son éminent élève et ami M. Debray.

» Que n'ai-je le temps de m'y arrêter! Que ne puis-je surtout mettre un instant sous vos yeux le plus beau fleuron de la couronne de notre illustre confrère, ces lois si fécondes de la dissociation, qui trouvent vraisemblablement une de leurs applications aussi surprenantes qu'inattendues et grandioses dans les phénomènes qui se passent à la surface du Soleil!

» Permettez-moi de résumer par un trait la gloire durable de notre ami : pendant que les Wurtz, les Berthelot, les Cahours et leurs émules agrandissaient les méthodes léguées par les immortels travaux de nos illustres maîtres, les Chevreul et les Dumas, et assuraient à la Chimie orga-

nique ses plus beaux triomphes, Deville, trente années durant, a tenu, en France et en Europe, le sceptre de la Chimie minérale.

» Cher Deville, pardonne-moi cette esquisse si imparfaite de ton œuvre.

» Dirai-je maintenant ce que tu as été dans l'intimité? A quoi bon, encore! Est-ce à tes amis que je rappellerai la chaleur de ton cœur? Est-ce à tes élèves que je donnerai des preuves de l'affection dont tu les enveloppais et du dévouement que tu mettais à les servir? Vois leur tristesse. Est-ce à tes fils, à tes cinq fils, ta joie et ton orgueil, que je dirai les préoccupations de ta paternelle et prévoyante tendresse? Est-ce à la compagne de ta vie, dont la seule pensée remplissait tes yeux d'une douce émotion, qu'il est besoin de rappeler le charme de ta bonté souriante?

» Ah! je t'en prie, de cette femme éperdue, de ces fils désolés, détourne tes regards en ce moment. Devant leur douleur profonde, tu regretterais trop la vie! Attends-les plutôt dans ces divines régions du savoir et de la pleine lumière, où tu dois tout connaître maintenant, où tu dois comprendre même l'infini, cette notion affolante et terrible, à jamais fermée à l'homme sur la terre, et pourtant la source éternelle de toute grandeur, de toute justice et de toute liberté. »

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JUILLET 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président de l'Institut** invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans la séance publique annuelle de l'Institut qui aura lieu le 25 octobre 1881.

ASTRONOMIE. — *Sur la formation des queues des comètes.* Note de M. **Faye**.

« J'ai lu dans les *Comptes rendus* du 27 juin, non sans surprise, une Note de M. Flammarion dans laquelle le savant auteur révoque en doute la matérialité des queues des comètes et l'existence de la force répulsive qui les produit, force dont j'ai fait connaître autrefois les principaux caractères.

» Il est assez curieux que ces négations figurent dans le même numéro que les observations spectroscopiques de MM. Huggins, Wolf et Thollon, qui nous montrent dans l'analyse de la lumière de la comète actuelle la superposition de deux spectres dus évidemment à la présence de molécules matérielles, les unes réfléchissant la lumière du Soleil, les autres émettant en outre une lumière propre. C'est du reste ce que l'analyse spectrale a constaté pour toutes les comètes sans exception.

» L'argument sur lequel l'auteur se fonde revient à supposer que la co-

mète emporte sa queue comme un plumet faisant corps avec elle. Il en conclut que l'extrémité de ce plumet devrait balayer l'espace avec une vitesse effroyable de 16 000 lieues par seconde, et qu'en conséquence le susdit plumet n'est pas un corps, mais une apparence, une sorte de fantôme lumineux dû à l'excitation de l'éther placé derrière la comète.

» C'est méconnaître une des plus grandes questions scientifiques de notre époque. Il n'y a pas d'astronome qui croie que la queue d'une comète soit un tout rigide lié au noyau. Autant vaudrait imaginer que le panache de fumée d'un paquebot parti du Havre, et qu'on voit arriver à New-York, a traversé l'Atlantique avec le bateau. Il y a deux siècles que Newton a expliqué ces choses-là en montrant que chaque tranche de la queue, prise à un instant donné, a été abandonnée par la tête à une époque antérieure, d'autant plus éloignée que cette tranche est elle-même plus distante du noyau. Chacune de ces tranches a suivi dans l'espace une orbite absolument différente de celle de la tête de la comète, et la queue n'est, dans son ensemble, que l'enveloppe des positions occupées, à un instant donné, par la série des bouffées de matière cométaire successivement émises et chassées les jours précédents, sans qu'il subsiste entre elles d'autre liaison que la commune vitesse de translation qu'elles possédaient à leurs points de départ.

» Le calcul s'applique parfaitement à ces phénomènes singuliers, mais non mystérieux. Bessel en a donné la formule, laquelle permet de déterminer, par la courbure de la queue, l'intensité de la force répulsive qui l'a produite. M. Bredichin, directeur de l'Observatoire de Moscou, en a tiré, dans ces derniers temps, des résultats du plus haut intérêt.

» Quant à cette force elle-même que M. Flammarion nie, bien qu'à chaque comète nous en voyions les effets se dessiner au ciel en traits gigantesques, il est certain que les choses se passent comme si le Soleil était doué à la fois de deux actions, l'une attractive, propre à sa masse, l'autre répulsive, propre à son état électrique (Olbers), magnétipolaire (Bessel), calorifique (Faye). On peut discuter son essence, sa nature physique, mais non ses caractères mécaniques, tels que je les ai définis, parce que ces caractères résultent des faits observés. Les voici :

» 1° Cette force répulsive n'est pas proportionnelle aux masses, comme l'attraction, mais aux surfaces. Elle produit donc des effets d'autant plus marqués que les matériaux qui la subissent sont moins denses.

» 2° Cette force ne s'exerce pas à travers toute matière, comme l'attraction; elle est, au contraire, affaiblie, ou même arrêtée par l'interposition du moindre écran.

» 3° Elle ne se propage pas instantanément, comme l'attraction, mais successivement, comme la lumière et la chaleur. Il en résulte que son action sur un point en mouvement ne s'exerce pas dans la même direction que l'attraction, bien que ces deux forces émanent du même astre.

» 4° Enfin cette force varie en raison inverse du carré de la distance, comme l'intensité de la lumière et de la chaleur. C'est là le seul point de ressemblance des deux forces que le Soleil exerce à la fois sur tous les corps, l'une liée à sa masse et par conséquent invariable, l'autre liée à son état physique et par conséquent transitoire.

» Cette force s'exerce nécessairement sur les planètes et leurs satellites aussi bien que sur les comètes. Le premier des quatre caractères que je viens d'indiquer fait comprendre comment son action sur les planètes, incomparablement plus denses, a pu échapper jusqu'ici aux astronomes. C'est une question réservée à un avenir plus ou moins prochain.

» Elle s'exerce aussi sur notre globe, aux confins de notre atmosphère; mais ses effets météorologiques se trouvent masqués par ceux de la radiation solaire, bien plus puissante, et dont la période est exactement la même. J'ai du moins cherché à la mettre en évidence autour de nous, en faisant agir des plaques incandescentes sur de la matière très raréfiée que je rendais visible au moyen de courants électriques. On rencontre là de grandes difficultés, mais personne ne s'en étonnera si l'on songe aux peines qu'on a eues à forcer l'attraction elle-même à se manifester, autour de nous, entre des corps voisins.

» Je rappellerai à cette occasion à l'Académie que notre savant Correspondant M. Roche a adopté une partie de mes vues sur cette force et en a tiré d'intéressantes conséquences, qui se trouvent conformes aux observations les plus délicates. Sa théorie a été exposée par notre confrère M. Resal dans son *Traité de Mécanique céleste*. L'autre partie de ces mêmes vues a été l'objet de plusieurs Mémoires de M. Plana, notre illustre Associé italien.

» En terminant, je ferai remarquer que l'existence simultanée de plusieurs queues, avec des courbures très différentes, est une des vérifications les plus frappantes des caractères ci-dessus assignés à la force répulsive. Ces queues multiples ne sont pas une exception, comme on le croyait naguère; c'est un fait qui tend à se généraliser depuis qu'on observe les comètes avec de très puissants instruments. Il est vrai que la comète actuelle semble n'en avoir qu'une; mais cela tient sans doute à ce que nous nous trouvons à peu de distance du plan de l'orbite, plan dans lequel se forment

toutes les queues, en sorte qu'elles se projettent pour nous, en ce moment, les unes sur les autres. C'est par la même raison que la queue de la comète actuelle nous paraît sensiblement droite. Si, au lieu de la voir par la tranche, nous la voyions de face, sa courbure naturelle frapperait tous les yeux. »

ASTRONOMIE. — *Théorie de la flexion plane des solides, et conséquences relatives, tant à la construction des lunettes astronomiques, qu'à la réglementation de ces appareils, pour les affranchir des déviations de l'axe optique produites par la flexion;* par M. **Yvon Villarceau.** (Extrait.)

« En plusieurs circonstances, notamment aux Congrès de l'Association géodésique, réunis à Vienne (1873) et à Dresde (1874), devant la Commission ministérielle instituée pour la réorganisation des services à l'Observatoire de Paris, j'ai émis cette opinion : que les moyens dont les artistes disposent pour la construction, et les méthodes en usage pour la réduction des observations, permettent d'obtenir des résultats d'une telle précision, qu'on doit moins se préoccuper du perfectionnement des appareils, que de la nécessité d'échapper à des influences qui s'opposent à l'utilisation de la précision inhérente à l'emploi de bons instruments et de bonnes méthodes de calcul. Les influences dont il s'agit sont dans la disposition des couches inférieures de l'atmosphère, qui ne sont que fortuitement identiques avec celle que supposent les meilleures théories de la réfraction. L'hypothèse admise est celle de la distribution horizontale des couches d'air de même densité; or, il est trop facile de reconnaître que les moindres inégalités de la distribution de la température, dans les couches voisines du sol, et les irrégularités de la configuration du terrain, des édifices ou des arbres, dans le voisinage du lieu de l'observation, déterminent une tout autre configuration des couches de même densité, que celle sur laquelle repose la théorie.

» On ne saurait songer à éliminer complètement l'effet de ces causes perturbatrices des réfractions, en multipliant les observations pour en déduire des moyennes : la disposition du terrain ambiant, restant la même, produit, par un temps calme, une déviation systématique, et l'influence du vent, si elle est variable, laissera néanmoins des traces sensibles de pareilles déviations, puisque, dans chaque localité, il existe des vents prédominants pendant des périodes plus ou moins longues, et que les observa-

tions méridiennes d'une même étoile se font dans des périodes de temps peu variables d'une année à l'autre.

» En énonçant de telles propositions, mon but était d'attirer l'attention des astronomes sur la nécessité d'entreprendre des expéditions dans lesquelles les instruments seraient déplacés à la surface des continents, afin de maintenir les distances zénithales des étoiles dans des limites où les effets des anomalies de la réfraction fussent suffisamment réduits. (Ce projet de travaux a été recommandé par l'Association géodésique à la sollicitude des astronomes.) Cependant mes assertions, en ce qui concerne le degré de perfection déjà réalisé et toujours réalisable des instruments astronomiques, étaient suivies de quelques réserves à l'égard de certaines questions de détail, telles que la flexion des lunettes, celle des fils horizontaux des réticules et le déplacement du centre optique des objectifs dans leurs montures.

» J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie le résultat de mes recherches sur la flexion astronomique des lunettes.

» Je ne puis faire ici l'histoire des nombreux travaux entrepris par les astronomes pour élucider la question qui nous occupe, travaux qui se rattachent à la théorie de la flexion, à la détermination expérimentale de ses effets et à leur liaison au moyen de formules empiriques. Il est probable que, pendant longtemps, les difficultés que présentaient aux artistes le défaut d'homogénéité des métaux employés, l'abstention du travail de tournage des tubes à l'intérieur et les faibles épaisseurs de ces mêmes tubes, qui s'opposent à la régularité de forme des sections normales à leurs axes, il est probable, disons-nous, que ces causes ont contribué pour beaucoup à produire de véritables discordances entre la théorie et l'observation. Aujourd'hui, ces difficultés sont énormément réduites, grâce aux progrès de la Métallurgie. Les aciers que l'on obtient à Woolwich, en soumettant le métal en fusion à une pression de 50^{atm}, ceux que l'on obtient à notre usine de Terre-Noire, sans avoir recours à une pression artificielle, mais au moyen de proportions convenablement réglées des éléments constitutifs des aciers, ces produits, tant anglais que français, paraissent posséder un degré d'homogénéité à peu près irréprochable, et ils se distinguent par une absence presque complète de soufflures. On s'étonnera peut-être d'entendre proposer de construire en acier les tubes des lunettes? Disons tout d'abord que l'emploi de la fonte de fer a déjà fourni des résultats excellents; ajoutons que l'emploi de ces métaux doit réaliser un autre *de-*

sideratum. La grande inégalité des coefficients de dilatation des tubes et barillets en laiton, relativement au coefficient de dilatation des verres de l'objectif, détermine un déplacement du centre optique par rapport au tube de la lunette, à la suite des changements de température, et s'oppose à ce que l'on puisse maintenir ce centre optique immobile à la fois dans le sens des déclinaisons et dans le sens des ascensions droites : les premiers coefficients de dilatation sont presque doubles des seconds. Au contraire, les coefficients de dilatation de la fonte et de l'acier diffèrent peu de celui du verre. Le second de ces deux métaux, pour lesquels l'homogénéité est bien plus facile à réaliser que celle des alliages dérivés du cuivre, offre ainsi des avantages incontestables. Enfin, nos artistes français ont commencé à se départir de l'emploi des faibles épaisseurs et à travailler les surfaces internes des tubes avec le même soin que les surfaces externes.

» Que l'Académie veuille bien me permettre à ce sujet une courte digression, qui aura son intérêt au point de vue de l'histoire des instruments de précision.

» Je fus chargé par Le Verrier d'étudier, avec l'éminent artiste J. Brunner, un projet de grand cercle méridien pour l'Observatoire. Je devrais dire *deux* projets. Le directeur de l'Observatoire tenait, en effet, à comparer un instrument construit en fonte brute, comme le cercle méridien de l'Observatoire de Greenwich, et un instrument en fonte dont la croûte superficielle aurait été enlevée par le tournage, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des tubes; on sait qu'effectivement l'état moléculaire des pièces de métal est fort différent, dans le voisinage des surfaces, et à une certaine profondeur. Les tubes destinés à être tournés devaient venir à la fonte avec une épaisseur plus grande de $0^m,01$ que celle qu'ils devaient conserver finalement; on aurait ainsi enlevé une croûte de $0^m,005$ d'épaisseur tant à l'intérieur qu'à l'extérieur. Pour former les deux tubes partiels qui s'ajustent sur le cube central, on aurait coulé verticalement trois pièces avec la fonte provenant d'un même creuset; ces pièces auraient été dégrossies au tour, par l'enlèvement des $0^m,005$ de matière sur les deux surfaces, et, après avoir examiné soigneusement, à la loupe, l'état des surfaces extérieures, on aurait fait choix des deux pièces dont l'examen aurait produit le résultat le plus satisfaisant. Or Brunner demandait 50000^{fr} pour le prix d'un instrument exécuté dans ces conditions et ne voulait pas se prononcer sur le prix d'un instrument de mêmes dimensions, construit en fonte brute; il était néanmoins tombé d'accord avec moi sur le prix de 23000^{fr} à 25000^{fr} pour un tel instrument. Le Verrier insista vainement pour que Brunner

consentît à s'en charger. La conférence, à laquelle j'assistais, se termina par cette réponse catégorique de l'artiste : « Monsieur le directeur, je » veux construire un instrument qui soit digne de l'Observatoire de Paris » et de moi, Jean Brunner. »

» Chacun sait que l'instrument a été construit en fonte brute, par la maison Secretan-Eichens ; les pièces conservées dans les archives de l'Observatoire pourraient seules nous apprendre ce qu'il a coûté.

» Cette digression nous montre qu'à cette époque, déjà ancienne, on avait touché de très près la solution de questions importantes, solution pour laquelle tous les éléments de succès se trouvent aujourd'hui réunis.

» J'ai donc pu reprendre, avec pleine confiance, l'application des théories de la Mécanique au problème de la construction de tubes de lunettes irréprochables au point de vue des flexions. Une longue pratique de ces applications à des sujets divers, dans laquelle j'ai réussi à maintenir l'accord entre la théorie et la pratique, m'y autorisait d'ailleurs.

» Je suis heureux de faire connaître que, s'il a été nécessaire, pour élucider la question, d'entreprendre et d'exécuter des développements analytiques très étendus et d'ailleurs assez délicats, les conclusions pratiques auxquelles j'arrive finalement sont entièrement dégagées de calculs de ce genre. Les instruments étant établis dans des conditions faciles à réaliser aujourd'hui, et différant peu de celles en usage chez nos meilleurs constructeurs, il devient facile de faire disparaître les effets astronomiques des flexions, moyennant l'adaptation, aux extrémités des tubes, de masses mobiles le long de tiges filetées. La grandeur et le déplacement de ces masses résultent de la composition analytique des deux termes principaux de la flexion et des conditions ordinaires de l'équilibre. La détermination de ces éléments s'obtient au moyen de pointés au nadir et sur des collimateurs horizontaux effectués suivant les méthodes usuelles.

» Le calcul final qui reste à exécuter est très simple et se réduit, pour ainsi dire, à celui de simples proportions.

» Il appartient aux directeurs d'établissements astronomiques de vérifier si ces déductions théoriques s'accordent effectivement avec les faits. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la vitesse de propagation des phénomènes explosifs dans les gaz;* par M. **Berthelot**.

« La suite des expériences que j'ai entreprises, avec la collaboration de M. Vieille, sur les matières explosives, nous a conduits à examiner la vitesse de propagation de l'explosion dans ces matières, et tout d'abord dans les gaz, dont la constitution physique donne à ces recherches une portée théorique et un intérêt tout particuliers. Nous avons entrepris cette étude, en variant les conditions du phénomène, la pression des gaz, leur nature et leur proportion relative, la forme et les dimensions des vases qui les renferment : le sujet est vaste et difficile. Quoiqu'il nous occupe depuis plusieurs mois et qu'il nous ait donné des résultats inattendus, nous ne comptions pas encore les faire connaître; mais ces jours-ci, MM. Mallard et Le Châtelier, savants dont l'Académie connaît le grand mérite, sont venus me communiquer leurs recherches sur une question analogue, qu'ils avaient abordée par une méthode d'ailleurs toute différente. Je leur ai fait part de nos propres résultats et je les ai engagés à publier les leurs, me réservant d'en faire autant de mon côté, afin de conserver de part et d'autre l'originalité de nos travaux et le droit de les poursuivre.

» Les premières expériences que nous avons faites, M. Vieille et moi, ont été exécutées sur deux mélanges explosifs homogènes, savoir : l'hydrogène mêlé à l'oxygène, dans le rapport de 2 volumes de l'un pour 1 volume de l'autre; et l'oxyde de carbone mêlé à l'oxygène, suivant les mêmes rapports, qui sont ceux d'une combustion totale. Observons que les produits de la combustion du premier mélange (vapeur d'eau) se condensent entièrement; tandis que ceux du second (acide carbonique) sont entièrement gazeux, mais avec une condensation finale d'un tiers. Nous nous proposons aussi d'étudier divers autres mélanges, par exemple le cyanogène et l'oxygène, $C^4Az^2 + O^4$, qui forment des produits gazeux sans condensation ($C^2O^4 + Az^2$).

» On a rempli chaque fois avec le mélange explosif, sous la pression atmosphérique, un tuyau de fer long de 5^m, d'un diamètre intérieur égal à 8^{mm}, susceptible d'être maintenu soit ouvert, soit fermé, à ses extrémités. Ce tuyau était formé de deux bouts, de $2^m,50$ chacun, assemblés à l'aide d'un collier à gorge; entre deux se trouvent deux rondelles de cuir, percées dans leur partie centrale, de façon à établir la pleine continuité du canal;

entre ces rondelles était pincée une bande de papier étroite, sur laquelle on avait collé à l'avance une bande plus étroite encore, formée d'une feuille d'étain très mince, pouvant cependant résister à un effort même notable, et incapable, dès lors, d'être brisée par le simple passage d'une onde sonore : cette bande d'étain laissait circuler un courant électrique, destiné à être interrompu au moment du passage de l'onde explosive, par les effets de choc violent et d'inflammation subite qui l'accompagnent. Ceux-ci ne suffisant même pas en général pour rompre la lame, on a dû avoir recours à l'artifice suivant. Pour rendre cette interruption instantanée, on a fixé dans un pli de la bande d'étain un grain presque impondérable d'une substance explosive solide, incapable, d'ailleurs, de détoner par le simple passage d'une onde sonore. Nous avons employé tour à tour à cet effet le fulminate de mercure, et le picrate de potasse, qui est beaucoup moins sensible au choc, tout à fait insensible aux vibrations sonores, et qui ne se détruit qu'à une température plus haute (300°) : les résultats ont été les mêmes.

» A l'une des extrémités, on enflammait le mélange à l'aide d'une seule étincelle électrique, très faible.

» Nous avons enregistré, sur un cylindre tournant enduit de noir de fumée, et avec le concours des appareils ingénieux dus à M. Marcel Deprez :

» 1° Le passage de l'onde explosive à quelques millimètres du point enflammé par l'étincelle;

» 2° Le passage de l'onde explosive au bout d'un trajet de $2^{m},50$.

» 3° L'arrivée de l'onde explosive au bout d'un trajet de $5^{m},0$.

» Dans quelques essais, l'étincelle elle-même a été pareillement enregistrée.

» Un diapason enregistrait en même temps ses vibrations sur le cylindre tournant, de façon à permettre d'apprécier la durée des phénomènes.

» Les expériences que nous avons déjà faites ont été exécutées : tantôt avec un mélange d'hydrogène et d'oxygène, tantôt avec un mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène; tantôt avec le tuyau ouvert, tantôt avec le tuyau fermé; tantôt avec le tuyau placé horizontalement, tantôt avec le tuyau placé verticalement; tantôt sous la pression atmosphérique, tantôt sous une pression d'un dixième d'atmosphère.

» Nous nous proposons d'étendre ces essais à des pressions et à des conditions différentes; mais nous nous bornerons aujourd'hui à reproduire les indications de notre cahier d'expériences.

Première expérience. — Tube horizontal, rempli sous la pression atmosphérique avec le gaz de la pile (électrolyse d'une solution étendue d'acide phosphorique). La lame d'étain est amorcée au fulminate de mercure. Le tube est fermé. Le diapason donne 500 vibrations simples par seconde.

» On fait passer l'étincelle.

» Après l'explosion, on trouve que les trois enregistreurs ont tracé. La première et la deuxième lame d'étain sont franchement volatilisées. La troisième n'a brûlé que partiellement, le fulminate ayant été imbibé d'huile par accident : cependant elle s'est rompue comme les autres. Ces détails montrent que la rupture est due à un échauffement proprement dit.

» Distance du premier au deuxième signal, $0^{mm},25$.

» Distance du premier au troisième signal, $0^{mm},50$.

» Le millimètre vaut, d'après le tracé du diapason, $\frac{3,8}{1000}$ de seconde.

» La vitesse de propagation serait donc de 2500^m environ par seconde, pour chacune des deux distances parcourues; chiffre que nous donnons sous les réserves formulées plus loin.

» *Cinquième expérience.* — Mêmes dispositions, à cela près que l'amorçage est fait avec du picrate de potasse, matière relativement peu sensible au choc et qui détone par la chaleur vers 300° seulement. Hydrogène et oxygène. Les trois signaux ont marqué.

» Vitesse de propagation, 2500^m environ.

» *Sixième expérience* (H + O). — Le tube est fermé, et placé *verticalement*. On amorce au picrate de potasse.

» Le premier signal n'a pas fonctionné (le picrate étant mouillé d'un peu d'huile par accident).

» Le deuxième est nettement coupé.

» Le troisième n'a brûlé que partiellement, à cause de la présence d'un peu d'huile; il est cependant interrompu.

» Même vitesse que précédemment entre le deuxième et le troisième signal.

» *Huitième expérience* (H + O). — Le tube est *ouvert* à son extrémité la plus éloignée. Les trois signaux fonctionnent. La distance du premier au deuxième signal et même au troisième n'est pas appréciable : c'est-à-dire que la vitesse semble avoir été plus grande que dans le tube ouvert, comme il convient dans l'hypothèse où la vitesse des gaz dilatés et projetés s'ajoute à celle de l'onde proprement dite.

» *Troisième expérience.* — Oxyde de carbone et oxygène, sous la pression

atmosphérique; tube fermé; amorce au fulminate. Les trois signaux fonctionnent et sont franchement volatilisés.

	mm
Distance du premier au deuxième signal.........	0,25
» du premier au troisième signal.........	0,50.

» Le millimètre vaut $\frac{3,9}{1000}$ de seconde.

» La vitesse de propagation serait 2500^{m} environ par seconde, pour chacune des deux distances.

» Observons ici que ces résultats ne doivent pas être regardés comme fournissant la valeur absolue de la vitesse du phénomène explosif, parce que les quantités mesurées sont trop petites, nos appareils ayant été installés d'abord en vue de vitesses supposées beaucoup plus faibles; mais ils donnent au moins une indication inattendue sur l'ordre de grandeur de cette vitesse. Elle avait été estimée, par exemple, par M. Bunsen, en 1867, à 34^{m} par seconde pour le gaz tonnant, et à 1^{m} pour le gaz oxyde de carbone mêlé d'oxygène; mais cette estimation résulte d'essais faits dans des conditions très différentes des nôtres, les gaz enflammés étant refroidis au contact de l'air, et l'onde explosive ne se produisant pas. La différence entre les deux ordres de combustion paraît analogue à celle qui existe entre l'inflammation simple des matières explosives solides, se propageant par échauffement de proche en proche; et leur détonation subite, provoquée par une amorce fulminante. Quelques-unes des observations faites sur le grisou semblent comporter une interprétation analogue.

» Quoi qu'il en soit, nous sommes occupés à installer des appareils plus délicats et à mesurer les limites d'erreurs qu'ils comportent. Nous nous proposons également de mesurer, à l'aide de dispositions analogues à celles que l'on emploie pour l'étincelle électrique, la durée totale de la combustion, dans les conditions où nous opérons, ainsi que l'origine et la durée du phénomène lumineux qui accompagne le passage de l'onde explosive, et nous espérons pouvoir donner, à la suite d'expériences faites dans des conditions variées, une théorie proprement dite de ces effets, si importants pour l'étude générale des explosifs et en particulier pour celle des explosions par influence et pour celle du grisou.

» Cependant, qu'il nous soit permis de remarquer, dès aujourd'hui, que la propagation si rapide des phénomènes explosifs paraît due à la transmission des chocs successifs des molécules gazeuses, amenées à un état vibratoire plus intense par la chaleur dégagée dans leur combinaison et transformées sur place, ou plus exactement avec un faible déplacement

relatif. Cette circonstance la rapproche de la propagation des détonations dans les matières solides, telle qu'elle résulte de la théorie présentée par l'un de nous ([1]). Par suite, la vitesse de propagation de l'explosion dans un gaz devient comparable à la vitesse du son, qui se propage également en vertu d'un mouvement ondulatoire; la vitesse de ces deux mouvements étant du même ordre que la vitesse même de translation des molécules gazeuses.

» On peut préciser davantage ce point de vue, en faisant observer que la vitesse de translation des molécules gazeuses est égale, d'après les formules de M. Clausius, à $29^{m},354\sqrt{\frac{T}{\rho}}$ par seconde.

» T exprime ici la température absolue, ρ la densité du mélange gazeux rapportée à celle de l'air. Soit $T = 3000°$, température dont il est permis d'admettre le développement ([2]) dans les mélanges gazeux que nous envisageons ici, pris à la pression normale : la vitesse propre de translation des molécules gazeuses sera comprise entre 1300^{m} et 1600^{m} par seconde, suivant que l'on opère sur l'acide carbonique, ou sur le mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, ou sur un mélange dissocié renfermant ces divers composants; elle serait comprise entre 2000^{m} et 2500^{m} par seconde, pour la vapeur d'eau ou ses composants.

» Mais, si ces chiffres peuvent fournir un premier terme de comparaison, il est essentiel d'ajouter que les phénomènes explosifs sont plus complexes qu'un simple mouvement de translation, ou même que la propagation d'une onde sonore, et le moment ne nous paraît pas venu d'insister davantage. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Réponse à la dernière Communication de M.* de Lesseps *sur le projet de M. Roudaire;* par M. E. Cosson.

« Dans la séance du 13 juin, en réponse à une Communication faite le 6 par M. de Lesseps sur le projet d'établissement d'une mer intérieure dans le sud de la Tunisie et de la province de Constantine : 1° j'ai constaté que le projet de M. Roudaire a eu pour point de départ une hypothèse démentie par les observations géologiques recueillies dans le cours même de sa mis-

---

([1]) *Sur la force de la poudre*, p. 165, 2e édition (1872).
([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 309.

sion ; 2° j'ai établi, d'après les données géographiques les plus récentes et les plus exactes, que la mer projetée, loin d'abréger la route des caravanes depuis Ghadamès, ne ferait que la doubler [1].

» M. Roudaire a reconnu que les chotts n'ont pas été en communication avec la mer à l'époque géologique actuelle. De son côté, M. de Lesseps, dans la séance du 20 juin, n'a pas répondu à ma seconde objection. J'éviterai donc de reprendre une discussion qui paraît épuisée, me réservant de développer les considérations que j'ai déjà présentées si le nouveau Mémoire de M. Roudaire est renvoyé devant une Commission qui veuille bien m'appeler dans son sein. »

TRAVAUX PUBLICS. — *Sur les forages pratiqués dans les terrains qui seront traversés par le canal de Panama.* Note de M. DE LESSEPS.

« L'Académie a bien voulu donner un témoignage d'intérêt à l'œuvre du percement du canal interocéanique, en nommant l'année dernière une Commission qui a examiné les premières études faites sur le terrain et l'avant-projet des travaux.

» Les grands forages qui sont actuellement exécutés sur l'emplacement de la principale tranchée du canal donnent l'assurance de réaliser des économies notables sur les premières estimations de dépenses d'excavation de cette tranchée.

» Les premiers sondages de surface et l'examen des fragments de roches recueillis sur le terrain avaient fait présumer que la montagne de la Culebra, séparant, sur 12^m à 15^km de largeur, les plaines basses des deux versants océaniens, était formée d'un massif rocheux compacte recouvert d'une couche d'humus végétal de quelques mètres d'épaisseur seulement.

» Depuis le mois de mars dernier, plusieurs grands forages sont en cours d'exécution sur le sommet de ce seuil de partage ; trois d'entre eux, commencés à des altitudes variant entre 60^m et 80^m au-dessus du niveau de la mer, ont déjà atteint la profondeur de 30^m sans avoir encore rencontré la

---

(1) Pour attirer les caravanes de la partie orientale du Sahara vers nos possessions algériennes, l'exécution du chemin de fer projeté de Biskra à Tougourt et l'amélioration de la route de Ghadamès auraient, au contraire, en abrégeant le parcours et en le rendant plus facile, une réelle influence, et présenteraient des avantages au point de vue commercial et politique.

roche *en place*; voici un extrait du rapport de M. Roux, l'ingénieur des mines de la Compagnie qui dirige ces travaux :

« L'aspect du sol et l'examen attentif des résultats des sondages ont conduit à admettre pour toute la région entre les *chutes de l'Obispo* et *Culebra* une identité remarquable d'allure du terrain, qui n'est qu'un immense conglomérat à pâte argileuse et à fragments globulaires doléritiques. Si la composition n'est pas partout identique, c'est toujours à des conglomérats doléritiques que nous avons affaire.

» Tantôt les éléments sont de petits grains, d'autres fois ce sont des morceaux pouvant atteindre la grosseur d'un œuf et même du poing.

» D'ailleurs, ils revêtent toujours la forme caractéristique globulaire.

» La rencontre de ces roches vraiment curieuses n'est pas un fait isolé dans les études des diverses contrées de l'Europe et de l'Amérique.

» Un spécimen remarquable de ce genre de structure est fourni par un trachyte résineux de l'une des îles Pouza, situées dans la Méditerranée entre Terracine et Gaëte.

» Les boules sont de forme ellipsoïdale. La roche en entier est à l'état de décomposition et, lorsque ces boules sont restées exposées pendant quelque temps aux actions atmosphériques, elles se séparent, au simple toucher, en nombreuses calottes concentriques, semblables à celles d'une racine bulbeuse, avec noyau compacte à l'intérieur. M. Delesse en mentionne de nombreux exemples dans un Mémoire présenté à l'Institut sur les roches globulaires.

» Les phénomènes constatés à *Paraiso*, dans l'isthme, sont analogues à ceux qu'indiquent les séries de boules arrondies et aplaties de la grotte des Fromages (*Bertrich-Baden*), dans l'Eifel, dans les coulées de basalte des bords de la Moselle.

» Les colonnes courbes et inclinées que l'on observe à l'ancienne carrière du chemin de fer de Panama, au-dessus de *Paraiso*, se voient dans les basaltes du Vicentin et du Vivarais.

» Ces données sur la nature des roches constituant le plateau de l'*Obispo* sont de nature à nous éclairer sur les surprises que nous ont données les deux grands forages : les argiles multicolores qu'ils ont traversées n'ont pas d'autre provenance que les éléments divers et eux-mêmes multicolores qui composent les conglomérats compactes. En examinant de gros blocs conglomériques à la surface du sol, on retrouve tous les éléments qui, par une sorte de dégénérescence, ont donné des argiles diversement colorées. Tous ces éléments, plus ou moins feldspathiques, subissent, même à la surface, des décompositions très apparentes. Le choc du marteau fait détacher de ces blocs globulaires des couches concentriques d'épaisseurs diverses. Le noyau est solide et dur ; plus de cinquante de ces blocs ont été examinés.

» Dans les forages, l'outil traverse plusieurs couches de dureté allant graduellement en augmentant; il faut se servir du trépan, et l'on remonte de la roche dure; puis l'outil traverse des couches en sens inverse. Il n'y a pas de doute, ce sont là les exfoliations successives d'un bloc globulaire.

» Nous ne pouvons pas dire qu'on peut compter sur de l'argile jusqu'à la profondeur qu'indique le sondage ; mais nous avons sûrement à droite et à gauche, tout autour du puits, et sur toute la hauteur, des blocs globulaires offrant tous la même structure, blocs empâtés.

» C'est comme un immense conglomérat à pâte argileuse et à énormes fragments globu-

laires, qui eux-mêmes sont des conglomérats à éléments doléritiques divers. Les portions rocheuses que l'on rencontre sur le parcours mettent d'ailleurs ces faits tout à fait en évidence.

» En résumé, les roches que l'on rencontre le plus en abondance dans tout l'isthme sont des conglomérats et des tufs. Quelques roches adventives s'y trouvent, en quelques endroits, mais la structure bréchiforme est dominante à peu près partout. »

» La conclusion pratique que nos entrepreneurs retirent de ces indications, c'est que les terrains de la grande tranchée offriront une consistance suffisante pour la bonne tenue des talus sans opposer aux machines la résistance de la roche dure compacte. Les déblais seront ainsi plus faciles et moins coûteux. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Étude de Thermodynamique expérimentale sur les machines à vapeur.* Note de M. **Ledieu**.

« Les expériences de ces dix dernières années, exécutées d'après la Thermodynamique expérimentale, montrent, dans la mesure du possible, la véritable interprétation à donner aux diverses particularités du fonctionnement des machines à vapeur.

» On en déduit d'abord que le cycle *pratique* de rendement calorifique maximum diffère notablement du cycle *théorique* de Carnot, mais seulement dans la phase afférente à la détente, dont, en particulier, l'étendue doit être considérablement diminuée. Lesdites expériences font, de plus, ressortir les erreurs considérables commises en faisant usage des formules employées jusqu'à ce jour pour la *prévision* du diagramme de travail et de la dépense de vapeur. Elles consacrent dès lors, pour cette prévision, la méthode par comparaison avec des machines similaires déjà construites et soumises à des essais soignés.

» Toutefois, l'interprétation sus-mentionnée permet d'établir au besoin entre la Thermodynamique pure et la Thermodynamique expérimentale une liaison, consistant à introduire dans les formules voulues des termes à valeur variable avec le type et la grandeur de chaque machine. Ces termes sont destinés à tenir compte des indications de la pratique, de la même manière que les coefficients de frottement, de raideur des cordes, etc., ont été combinés avec les relations de la Dynamique rationnelle pour constituer les formules de la Mécanique appliquée. »

ASTRONOMIE. — *Sur la photographie du spectre de la comète b 1881.* Note de M. W. **Huggins**.

« J'ai eu l'honneur d'informer l'Académie, par un télégramme, que j'avais réussi à photographier le spectre de la comète.

» Le télescope et l'appareil spectroscopique étaient les mêmes que ceux avec lesquels j'ai photographié les spectres des étoiles.

» J'ai obtenu une photographie, le 24 juin, après une exposition d'une heure; le jour suivant, une seconde photographie après une exposition d'une heure et demie, mais celle-ci est plus faible. Le noyau de la comète était placé sur la fente du spectroscope.

» La photographie du 24 juin montre un spectre continu qui laisse voir les raies noires G, *h*, H, K et d'autres raies de Fraunhofer; cette partie de la lumière de la comète vient donc du Soleil.

» On voit aussi dans la photographie deux raies très brillantes, $\lambda = 3883$ et $\lambda = 3870$. Ces raies correspondent au commencement d'un groupe de raies brillantes connu, qui se trouve dans les spectres des composés du carbone. On peut apercevoir aussi sur le spectre continu solaire un second groupe brillant, mais faible, qui commence, à sa limite la moins réfrangible, à $\lambda = 4220$. Ce groupe appartient au même spectre connu du carbone.

» MM. Liveing et Dewar ont démontré (*Proceed. R. S.*, t. XXX, p. 494) que ces deux groupes accusent la présence du cyanogène et qu'ils ne se présentent plus lorsque le composé de carbone que l'on étudie ne contient pas d'azote.

» Il faut donc admettre dans la matière de la comète la présence de l'*azote*, aussi bien que celle du carbone et de l'hydrogène, qui donnent lieu à ces groupes brillants dans la partie visible du spectre, que j'ai observés dans les comètes de 1866 et 1868, et qui sont visibles dans le spectre de la comète d'aujourd'hui. »

M. **Berthelot** présente, à l'occasion de la Communication de M. W. Huggins, les remarques suivantes sur la lumière propre des comètes.

« Je demande la permission de faire quelques brèves remarques sur la très importante Communication de M. W. Huggins et sur celles de MM. Wolf et Thollon.

» Suivant le savant astronome anglais, les comètes émettent une lumière propre qui, d'après l'analyse spectrale, accuse la présence du carbone, de l'hydrogène et de l'azote : ces éléments sont indiqués par les spectres qui caractérisent l'acétylène et l'acide cyanhydrique.

» Ces résultats me paraissent rendre vraisemblable l'origine électrique de la lumière propre des comètes.

» Sans vouloir discuter s'il existe quelque action mécanique ou chimique, capable de maintenir à l'état d'incandescence continue des masses aussi peu considérables que celles qui constituent le noyau des comètes et les nébulosités qui les environnent, il semble que l'état de combinaison du carbone, de l'hydrogène et de l'azote, accusé par l'analyse spectrale, et spécialement la présence de l'acide cyanhydrique fourniraient un argument considérable en faveur de l'hypothèse d'une origine électrique de cette lumière. En effet, j'ai montré que l'acétylène se produit d'une manière immédiate et nécessaire, toutes les fois que ses éléments, carbone et hydrogène, se trouvent en présence sous l'influence de l'arc électrique [1]. Si l'on ajoute de l'azote à l'acétylène, sous l'influence des étincelles ou sous celle de l'arc électrique [2], j'ai reconnu qu'il se forme aussitôt de l'acide cyanhydrique, dont la formation électrique constitue peut-être le caractère chimique de l'azote le plus net et le plus prompt à manifester. Les spectres de l'acétylène et de l'acide cyanhydrique sont donc caractéristiques de l'illumination électrique d'un gaz contenant du carbone, de l'hydrogène et de l'azote, libres ou combinés. Si le spectre de l'acétylène apparaît également dans la combustion des gaz hydrocarbonés, celui de l'acide cyanhydrique, au contraire, ne résulte pas de la présence de l'azote libre dans les gaz enflammés. Il n'est guère possible, d'ailleurs, de concevoir une combustion continue dans les matières cométaires; tandis qu'une illumination électrique est plus facile à comprendre. Je prends la liberté de soumettre ces suggestions aux physiciens et aux astronomes. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence de l'acide phosphorique sur les phénomènes de végétation.* Note de M. DE GASPARIN.

« Dans une Note adressée à l'Académie et publiée dans le n° 23 des *Comptes rendus*, je combats des idées avancées par M. le professeur Ricciardi,

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXVII, p. 67; 1863.

[2] *Ibid.*, 4e série, t. XVIII, p. 163 et 165.

de l'Institut technique de Catane, au sujet de l'influence de l'abondance de l'acide phosphorique sur les phénomènes de végétation.

» Je n'ai pas à revenir sur mon opinion; mais, comme je citais l'opinion de M. le professeur Ricciardi sur une Notice écrite en français, il a eu l'obligeance de m'envoyer son travail original en italien. J'ai reconnu de suite que l'auteur de la Notice française, peu au courant de la langue scientifique, avait traduit *anidride fosforica* par *anitrite phosphorique*, au lieu d'*anhydride phosphorique* ou *acide phosphorique anhydre*. J'ai cru dès lors me trouver en présence d'un minéral à moi inconnu, comme il l'est, je crois, à tous les minéralogistes, et je me hâte de réparer cette erreur, qui pourrait faire tort à un savant dont les travaux sur les laves de l'Etna me paraissent dignes de la plus grande estime, quoique je ne m'associe pas aux conséquences agronomiques qu'il a voulu tirer de ce dosage considérable de $\frac{3}{100}$ d'acide phosphorique contenus dans les laves de l'Etna, qui laissent pousser dans leurs fentes des cactus et des oliviers. »

M. J. **Janssen** donne lecture d'une Note « sur les photographies de la comète *b* 1881 et sur les mesures photométriques prises sur cet astre ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Remarques sur les accidents causés par l'emploi du sulfure de carbone dans le traitement des vignes du midi de la France.* Lettre de M. **Max. Cornu** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Je viens de visiter plusieurs des vignobles de l'Aude, de l'Hérault, des Pyrénées-Orientales. Vous vous êtes justement ému des accidents survenus dans l'emploi du *sulfure de carbone* : l'effet moral paraît avoir été considérable et n'est pas encore atténué; la pyrale, qui sévit cette année d'une manière extraordinaire, a exagéré encore l'apparence des dégâts.

» Les vignes qui, phylloxérées ou non, ont été traitées par le sulfure, présentent souvent un feuillage jaunissant; la végétation est irrégulière, elle a été tardive; par places, elle n'a pu reprendre; un œil peu exercé croirait reconnaître l'influence d'une invasion phylloxérique grave, mais les espaces ainsi caractérisés ne sont point disposés comme les taches ordinaires. L'apparence maladive cesse brusquement dans un vignoble homo-

gène et d'un seul tenant, aux limites où le traitement a cessé d'être appliqué. Il ne peut y avoir aucun doute sur la cause du mal.

» On s'accorde généralement à faire intervenir l'influence de l'humidité exagérée du sol causée par les pluies d'hiver; mais les interprétations peuvent être très variées avec cette première donnée.

» Les racines trop rapprochées des trous où le sulfure de carbone a été déposé ont été frappées de mort complètement ou partiellement; dans ce second cas, le plus fréquent, cette partie du végétal est condamnée à périr.

» Le trou de pal placé sous le cep peut donc avoir une influence désastreuse.

» L'eau qui imbibe le sol empêche l'évaporation immédiate du sulfure de carbone, et cet agent, s'il touche l'écorce des racines, peut les frapper de mort.

» Mais ce n'est pas seulement à l'état liquide que le sulfure de carbone se maintient dans le sol; quand il est en contact avec de l'eau, il peut s'y dissoudre jusqu'à la proportion d'un centième; on est en réalité alors en face d'un agent nouveau dont les effets, négligeables en général, doivent être pris en sérieuse considération. Ce n'est, jusqu'à présent, qu'une vue théorique, une interprétation des faits qui doit être soumise au contrôle de l'expérience; il paraît cependant utile de les développer dès maintenant, en faisant toute réserve sur les conclusions qu'on peut en déduire.

» J'émets donc l'opinion que, dans le cas des accidents survenus après des pluies torrentielles, la dissolution de sulfure de carbone dans l'eau pourrait produire un effet nuisible, et c'est sur ce point que j'insiste.

» Au cours des applications ordinaires, le sulfure de carbone se répand dans le sol surtout à l'état de vapeur; l'insecte est tué par ces vapeurs, même en très faible proportion.

» La plante n'absorbe un peu abondamment que les liquides qui touchent les tissus les plus jeunes; les vapeurs, au contraire, n'agissent qu'après s'être fixées sur ces tissus et s'être dissoutes dans les liquides organiques; cette absorption détournée et relativement lente permet l'emploi de doses bien plus considérables.

» Lorsque le sol n'est pas imbibé d'eau, il reste entre les particules de terre une assez grande proportion d'espaces occupés par de l'air; l'eau ne touche les racines qu'en un nombre très limité de points; c'est en ces points seulement que l'absorption de la dissolution peut se faire sur les

jeunes radicelles; mais, si l'eau est en excès, la surface de contact avec les racines augmente dans une proportion énorme et peut déterminer des effets mortels, même sur des organes protégés par un liège assez épais.

» On doit remarquer en outre que la présence de l'eau en excès modifie considérablement le pouvoir condensant du sol ; les vapeurs sont retenues physiquement, d'une manière momentanée, et sont en partie oxydées d'ailleurs, ce qui diminue d'autant la dose de toxique libre.

» Dans l'état ordinaire du sol tout concourt donc à diminuer l'action des vapeurs sur les racines, tandis qu'en présence d'une humidité excessive l'action de la dissolution se trouverait augmentée.

» Les conditions que rencontre le sulfure de carbone sont très variables avec la nature du sol; cet agent a subi bien des vicissitudes qui s'expliquent par cette raison, mais jamais les objections soulevées par les traitements qui l'utilisent en nature n'ont été aussi graves qu'aujourd'hui, jamais les accidents ne se sont produits dans une circonstance, j'oserai dire, aussi solennelle. On a donc le devoir de rechercher pourquoi de semblables effets se sont montrés, pour quelles causes la tranquillité et la confiance générale que le sulfure de carbone inspire ont été inopinément troublées.

» Le *Peronospora viticola*, qui a été signalé dès le milieu du mois de juin à Nérac, par M. Lespiault, ne s'était montré dans aucun des vignobles de Narbonne, Béziers, Perpignan, Banyuls-sur-Mer, où je l'ai spécialement cherché, mais en vain, dans les derniers jours du mois de juin, après une sécheresse prolongée.

» D'après des échantillons que j'ai reçus de M. Ernest Javal, ingénieur, propriétaire à Bouffarik, près d'Alger, le Péronospora s'est montré dès la fin du mois de mai sur la côte méditerranéenne, une quinzaine après les pluies torrentielles du commencement du mois. »

M. Ramon de Luna adresse une Note « sur les engrais les plus favorables pour obtenir la reconstitution des terrains vinicoles envahis par le Phylloxera. »

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Lenain-Trohel adresse une Note relative aux soins par lesquels il est parvenu à guérir sa vigne et à en augmenter la production.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **J.-E. Meyer** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Gaumet** soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise de M. du Moncel, un Mémoire portant pour titre « Sur le télélogue, appareil de télégraphie optique ».

(Commissaires : MM. Ed. Becquerel, Cornu, Perrier, du Moncel.)

M. **P. Laville** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Démonstration du théorème de Fermat ».

(Commissaires : MM. Hermite, Bonnet, Jordan.)

M. **Mulet** adresse une Note pour le Concours du prix Bréant.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie un télégramme du Vice-Consul de France à Gabès, daté du 13 juin et relatif à des secousses de tremblement de terre qui se sont produites dans cette ville :

« Gabès, le 13 juin 1881, à $2^h\,45^m$ du soir.

» Tremblement de terre continue avec régularité, secousses se succèdent d'heure en heure, rarement avec des variations de cinq minutes en plus ou en moins; toutes sont accompagnées d'un grondement sourd, quelquefois menaçant, précédées d'une forte détonation et de deux ou trois autres petites secousses à quelques secondes d'intervalle; les fortes donnent le mal de mer. Samedi soir 10^h j'ai abandonné ma maison, et fait dresser ma tente dans mon jardin, où je suis campé ; j'ai donné asile pendant la nuit à une trentaine d'israélites. Ma maison est fendue en plusieurs endroits. Pas de malheur à signaler. Ce matin $6^h\,40^m$, forte secousse; $7^h\,40^m$, $8^h\,40^m$ et $9^h\,40^m$, secousses faibles. La première s'est fait sentir vendredi 10 juin, 10^h matin. Voilà soixante-douze heures que le phénomène dure; en évaluant les secousses à deux par heure, nous avons subi une moyenne de cent quarante-quatre secousses. Les ondulations se prononcent du sud au nord, et *vice versa*. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Brochure de M. *Ant. d'Abbadie*, portant pour titre « Recherches sur la verticale ». (Extrait des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*.)

2° Plusieurs Brochures du P. *Denza*, relatives à diverses questions d'Astronomie et de Météorologie.

ASTRONOMIE. — *Sur la comète de* 1881, *observée à l'Observatoire impérial de Rio de Janeiro*, par M. CRULS. Note transmise par S. M. l'Empereur du Brésil et présentée par M. Tresca.

« Depuis le 28 mai dernier, jour où pour la première fois j'ai vu la comète, j'observe cet astre chaque soir, lorsque le temps le permet. Voici les positions apparentes que j'ai obtenues jusqu'ici; les positions du 6 et du 7 juin n'ont pu encore être réduites. Les heures, minutes et secondes de temps moyen local sont exprimées en fractions décimales du jour moyen :

Temps moyen de Rio.	Ascension droite ☄	Déclinaison sud ☄
	h m s	° ′ ″
Mai 29,279804	5.2. 3,8	31.15.24,9
» 30,266655	5.2.38,0	30.26.57,8
» 31,261296	5.3.10,0	29.32.37,7
Juin 1,269016	5.3.47,0	28.30.47,0
» 4,249976	5.5.33,3	24.50.23,7
» 5,247529	5.6.14,2	23.19. 0,5

» L'examen de ces positions montre que le déplacement en ascension droite est peu sensible, tandis que le déplacement en déclinaison est très notable, ce qui résulte de ce que l'arc d'orbite que parcourt en ce moment la comète est à fort peu près situé entre le Soleil et la Terre, de ce que l'astre s'approche rapidement tant du nœud ascendant que du périhélie, et en outre de ce que le plan de l'orbite est très incliné sur le plan de l'écliptique.

» Les trois premières positions m'ont permis de calculer rapidement les éléments provisoires que S. M. l'Empereur dom Pedro II a communiqués par télégramme à l'Académie. La longitude du périhélie est celui des éléments qui peut laisser le plus de doute, si l'on remarque que la comète ne se trouvait qu'à environ 40° d'anomalie vraie du périhélie; or, dans cette portion de la parabole, la variation du rayon vecteur n'est pas rapide, et c'est de cette variation que dépend la longitude du périhélie.

» Les observations du 29 mai, du 1^{er} et du 4 juin, plus espacées, m'ont

servi à obtenir des éléments qu'on peut considérer comme étant déjà fort approchés. Voici ces éléments, qui sont paraboliques :

Passage au périhélie, 1881, juin 19,72648

Distance périhélie	0,693384
Longitude périhélie	272°34′0″
Longitude du nœud ascendant	272°46′9″
Inclinaison	64°25′28″
	Mouvement direct.

» Ces éléments sont rapportés à l'équinoxe moyen du 1^er^ juin 1881. Ainsi qu'on peut s'en assurer en les comparant avec les premiers, l'inclinaison n'a presque pas changé, et la longitude du nœud n'a supporté qu'une correction de l'ordre des erreurs qu'on peut commettre dans le calcul d'une orbite à l'aide de trois positions trop rapprochées.

» Je ferai remarquer ici la grande analogie qui existe entre ces éléments et ceux de la comète de 1807, qui sont, les uns et les autres, exprimés en nombres ronds dans le Tableau suivant :

	1807.	1881.
Longitude du périhélie	270°	272°
» du nœud	266°	267°
Inclinaison	63°	64°
Distance périhélie	0,650	0,693
	Mouvement direct.	

» La longitude du nœud, d'après mon deuxième calcul, est 272°; mais, d'après le premier, elle est de 262° : moyenne, 267°. On voit donc qu'il y a dans tous ces éléments une si notable ressemblance, qu'on est autorisé à admettre une forte probabilité en faveur de l'identité des deux comètes.

» Les éléments de la comète de 1807 ont été calculés par plusieurs astronomes dans l'hypothèse de la parabole; Bessel, seul, a tenté le calcul de l'orbite elliptique : il a trouvé pour durée de la révolution 1713 années. Toutefois, ayant recherché l'influence des perturbations planétaires exercées sur la comète jusqu'en mars 1815, époque à partir de laquelle elles lui parurent négligeables, il trouva qu'il en résultait une diminution de l'excentricité et que la durée de la révolution était plus courte de 174 années. Or on sait combien est précaire un calcul de perturbations de cette nature; bien souvent il conduit à des résultats absolument erronés. En conséquence, la durée de révolution trouvée par Bessel pourrait bien être trop considérable et ne saurait être invoquée, du moins dans l'état

actuel des choses, comme un argument décisif contre l'identité des deux comètes.

» Quant à l'aspect physique de la comète, voici quelques résultats d'observation : le noyau, dont l'intensité lumineuse s'est accrue depuis le premier jour, mesure environ 20″ de diamètre; la queue, mesurée à 16′ du noyau, présente une largeur de 10′ environ, tandis que la chevelure qui entoure le noyau n'a que 3′ à 4′ de diamètre, c'est-à-dire que la queue s'élargit fortement à partir du noyau. Les observations deviennent chaque jour plus difficiles, la comète ne restant visible que lorsqu'elle est déjà près de l'horizon. A partir de son passage au nœud, elle se trouvera le soir, et pendant un certain temps, au-dessus de l'horizon, pour les latitudes boréales moyennes. Le temps m'a manqué jusqu'à ce jour (17 juin) pour calculer une éphéméride. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète b 1881, faites à l'Observatoire d'Alger*. Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Mouchez.

Dates. 1881.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ☄ − ☆	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ☄ − ☆	Déclinaison. Log. fact. par.
			m s		′ ″	
Juin 28.	*a*	8	+ 1.38,73	+ $\bar{2}$,712	+ 7.45,7	− 0,643
28.	*b*	7	+ 3.59,36	− $\bar{1}$,774	− 3.28,0	+ 0,458
28.	*b*	7	+ 4.20,49	− $\bar{1}$,924	+ 4.58,8	+ 0,187
29.	*c*	8	+ 2.42,23	− $\bar{1}$,946	− 3.28,0	+ 0,320
30.	*d*	9	+ 3.49,98	− $\bar{1}$,998	+ 1.31,9	+ 0,350
Juill. 1.	*e*	7	− 1.16,29	− 0,047	− 4.32,9	+ 0,373
2.	*f*	6	+ 2.37,22	+ $\bar{1}$,897	+ 6. 6,8	− 0,602
2.	*g*	8	+ 7.22,88	+ $\bar{1}$,431	− 2.44,1	− 0,700
3.	*h*	8	− 1. 1,77	+ $\bar{1}$,939	+ 4.55,4	− 0,635
3.	*k*	9	+ 5.44,39	+ $\bar{1}$,700	− 3.18,4	− 0,570
3.	*l*	9	− 5.11,36	− 0,024	+ 5.38,3	+ 0,587

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1881,0.	Réduct. au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
Juin 28...	*a* 811 Arg.-Zone + 62°..	5.56.53,99	+1,78	+62.59.16,0	−4,2
28...	*b* 630 id. + 63°..	5.55.16,40	+1,83	+63.27.25,8	−4,2
29...	*c* 437 id. + 66°..	6. 3.30,57	+1,76	+66.10.37,0	−4,5
30...	*d* anonyme...........	»	»	»	»

Dates. 1881.		Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1881,0.	Réduct. au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
Juill. 1...	*e*	406 Arg.-Zone + 70°..	6.23.22,10	+1,65	+70.35.34,3	−4,9
2...	*f*	359 id. + 71°..	6.26.29,30	+1,63	+71.51. 3,5	−5,2
2...	*g*	422 id. + 72°..	6.22.18,97	+1,64	+72. 6.12,8	−5,3
3...	*h*	352 id. + 73°..	6.40.14,86	+1,52	+73.32. 2,6	−5,4
3...	*k*	347 id. + 73°..	6.33.50,90	+1,53	+73.44. 5,0	−5,3
3...	*l*	358 id. + 73°..	6.46.24,30	+1,45	+73.47.54,8	−5,3

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1881.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Juin 28....	11.18.34	5.58.34,50	+63. 6.57,5	5 : 5
28....	13.47. 5	5.59.17,59	+63.23.53,6	10 : 10
28....	15. 0.40	5.59.38,72	+63.32.20,4	7 : 7
29....	14.49.54	6. 6.14,56	+66. 7. 4,5	8 : 8
30....	14.59. 0	6.13.42,67	+68.26.38,2	8 : 8
Juillet 1...	15. 8.24	6.22. 7,46	+70.30.56,5	17 : 17
2...	9.40.16	6.29. 8,15	+71.57. 5,1	10 : 10
2...	11. 4.49	6.29.43,49	+72. 3.23,4	3 : 3
3...	9.46.10	6.39.14,61	+73.36.52,6	3 : 3
3...	10.42. 7	6.39.36,82	+73.40.41,3	5 : 5
3...	14.25.53	6.41.14,39	+73.53.27,8	10 : 10

» L'anonyme *d* du 30 juin a été déterminée par rapport à 435 Arg.-Zone + 68° (gr. 8). La comparaison de ces deux étoiles a donné les résultats suivants :

Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
$+4^m 30^s,80$	$-5'46'',2$	6 : 6

Les différences sont prises dans le sens *d* — 435 Arg.-Zone. On a d'ailleurs pour l'étoile du Catalogue d'Argelander et pour le 30 juin :

Ascension droite moyenne 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1881,0.	Réduction au jour.
$6^h 5^m 20^s,14$	$+1^s,75$	$+68°30'57'',0$	$-4'',5$

d'où résultent les positions apparentes de la comète pour le 30 juin. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète b 1881*. Note de M. C. **Wolf**, présentée par M. Mouchez.

« L'analyse de la lumière de la comète fournit, sur la constitution de cet astre, des données qu'il importe de résumer avant d'émettre aucune hypothèse sur sa nature et son mode d'évolution.

» J'ai étudié le spectre de la comète, soit à l'aide d'un spectroscope très dispersif monté sur le télescope de Foucault de $0^m,40$ d'ouverture, soit avec un instrument plus faible, monté sur le télescope de $1^m,20$, et donnant par conséquent une très grande quantité de lumière. Ce spectre est triple; on reconnaît : 1° un spectre continu, large, mais très pâle, visible dans toutes les régions de la comète; 2° un spectre continu, presque linéaire, d'un vif éclat, donné par le noyau ; 3° le spectre des trois bandes, jaune, verte et bleue, caractéristiques de la lumière de toutes les comètes étudiées jusqu'ici. Je n'ai jamais pu voir la bande violette.

» Le spectre continu du noyau indique l'existence d'une matière solide ou liquide, lumineuse par elle-même ou par réflexion. J'ai soupçonné dans le ruban quelques interruptions obscures, surtout dans la région voisine de D, sans pouvoir en déterminer la position. La présence de ces lignes noires, démontrée d'ailleurs par les photographies de M. Huggins, caractérise une lumière réfléchie, qui ne peut être que celle du Soleil.

» La nébulosité qui forme la tête de la comète donne, en outre du spectre pâle continu, les bandes brillantes d'un gaz composé incandescent. Les recherches de M. Hasselberg tendent à assimiler ces bandes à celles d'un carbure d'hydrogène, probablement l'acétylène. Outre ces bandes, on voit, tout le long du ruban formé par la lumière du noyau, d'autres protubérances très courtes et plus pâles, qui semblent indiquer, dans les régions les plus chaudes et les plus lumineuses de la comète, une atmosphère incandescente de constitution plus complexe.

» Lorsqu'on promène la fente du spectroscope sur la comète, en partant de la tête, on trouve les trois bandes tout autour du noyau, à peu près à la même distance de tous les côtés. Elles disparaissent dans la queue proprement dite, dont le spectre très pâle semble continu. La nébulosité qui entoure le noyau contient donc seule des gaz incandescents. La lumière de la queue nous vient d'une matière pulvérulente, lumineuse ou simplement éclairée. Telles sont les données de la Spectroscopie.

» L'étude polariscopique de la lumière de la comète complète ces premiers résultats. J'ai fait usage, comme polariscope, d'une lame de quartz, perpendiculaire à l'axe, donnant la teinte sensible, et d'un prisme biréfringent, placés tous deux entre un collimateur et une lunette d'observation, à la place du prisme d'un spectroscope à vision directe. Les deux images du noyau et de la nébulosité qui l'entoure se projettent, bien séparées, sur la partie commune du champ formé par le fond du ciel : c'est le procédé indiqué depuis longtemps par M. Prazmowski pour éliminer la polarisation atmosphérique. Dans ces conditions, le noyau et la nébulosité se montrent tous deux franchement polarisés dans le plan médian de la queue, par conséquent dans le plan passant par le Soleil. Il y a donc là, au moins dans la nébulosité qui entoure le noyau de toutes parts, de la lumière réfléchie provenant du Soleil, donc une matière non gazeuse douée de pouvoir réflecteur. J'ai fait vérifier ce résultat important par mon assistant, M. Guénaire, et par plusieurs des élèves de l'Observatoire.

» Ce procédé si sensible ne peut évidemment servir pour la queue, qui occupe tout le champ de vue et n'offre pas d'ailleurs de limites assez tranchées. J'ai vainement essayé l'emploi d'autres polariscopes, de celui de Savart par exemple. Il serait d'ailleurs très difficile de séparer ici la polarisation réelle de la queue de celle de l'atmosphère.

» A mesure que la lumière de la comète s'affaiblit, le spectre du noyau pâlit; ses couleurs, bien prononcées les premiers jours, ne se voient plus que du côté du rouge; les bandes brillantes conservent leur éclat. La bande verte est toujours nettement limitée dans la partie la moins réfrangible. Il sera intéressant de savoir si la comète, réduite à l'éclat télescopique, réduira en même temps sa lumière à celle d'une atmosphère purement gazeuse.

» Le mercredi 29 juin, à $5^h 49^m$ temps sidéral, pendant mes observations polariscopiques, une petite étoile s'est trouvée en plein dans la nébulosité, à très petite distance du noyau : l'image de l'étoile n'a subi aucun changement ni d'éclat ni de forme. »

ASTRONOMIE. — *Observations spectroscopiques sur la comète b 1881.* Note de M. **Thollon**, présentée par M. Mouchez.

« Ces études ont été faites au moyen d'un spectroscope à vision directe que MM. Henry, de l'Observatoire, ont eu l'obligeance de me prêter. La dispersion est celle d'un prisme ordinaire. Un micromètre oculaire à

pointe, donnant le $\frac{1}{200}$ de millimètre, permet de faire les mesures avec une précision bien supérieure à celle des pointés.

» Dans la nuit du 24 juin, j'ai fait mes premières observations et mes premières mesures. Le noyau présentait alors un spectre continu très brillant, sur lequel on ne distinguait aucune trace de bandes. Du côté du violet il s'étendait au delà de la raie G. Les parties voisines du noyau donnaient également un spectre continu, sur lequel les bandes étaient encore invisibles; elles n'apparaissaient qu'un peu plus loin et faiblement. Dans le spectre continu j'ai cru, à plusieurs reprises, apercevoir un système très compliqué de raies noires, et par moments aussi j'ai cru voir dans le spectre des parties brillantes, ayant l'aspect de raies courtes, n'occupant pas toute la largeur du spectre. C'est peut-être le résultat de la fatigue des yeux; toujours est-il que ces phénomènes ne se sont produits que pendant les deux premières nuits.

» Il m'a paru important de suivre les modifications qu'éprouverait le spectre à mesure que la comète s'éloignerait du Soleil. Ces modifications se sont produites avec une netteté parfaite. Dans le spectre du noyau, les radiations violettes se sont éteintes les premières. Vers le 30 juin, la partie la plus réfrangible à partir de la bande verte ($\lambda = 516$) avait perdu sensiblement de son éclat et devenait invisible dans la région G, tandis que le jaune et le rouge m'ont paru aussi brillants que le premier jour. Les bandes, masquées d'abord par l'éclat du spectre continu, devenaient chaque jour plus visibles dans le voisinage du noyau, et, pendant la nuit du 1er juillet, elles se distinguaient parfaitement sur le noyau lui-même.

» Les mesures prises successivement sur les bandes de la comète et sur celles de la flamme d'alcool m'avaient fait conclure à l'identité des deux spectres. Toutefois la bande verte, la plus brillante, m'avait paru un peu plus réfractée dans la comète que dans la flamme. Pour soumettre le fait à un contrôle décisif, un prisme à réflexion totale fut ajusté sur la fente, de manière à en couvrir la moitié. En juxtaposant les deux spectres, je constatai qu'ils étaient d'une ressemblance frappante lorsqu'ils avaient le même éclat, mais que la bande verte paraissait en effet plus réfractée dans la comète quand le spectre de la flamme était plus brillant. La comparaison faite directement entre les deux spectres, la parfaite coïncidence des bandes me dispense de donner les nombres fournis par mes mesures micrométriques. Ils n'ajouteraient rien à la certitude du résultat.

» Quant à la bande violette, il ne m'a pas été possible de la voir d'une manière certaine, même en employant une très petite dispersion et un

grossissement oculaire très faible. Du reste, il n'y a dans ce fait rien de bien surprenant, si l'on tient compte de l'absorption atmosphérique et des variations d'éclat qu'éprouve la bande violette en faisant varier les conditions de l'expérience. On sait que dans la flamme ordinaire de l'alcool elle est très brillante ; mais, si l'on refroidit cette flamme au moyen de plusieurs doubles de toile métallique, elle devient très faible et tend à disparaître, tandis que les autres bandes conservent sensiblement leur aspect habituel.

» En continuant mes observations jusqu'à ce jour, j'ai vu le spectre continu du noyau diminuer progressivement d'éclat et d'étendue, surtout du côté du violet. Actuellement il offre l'aspect d'un mince filet lumineux dépassant à peine la raie F. Les bandes, au contraire, paraissent avoir conservé leur intensité dans la tête de la comète. Dans la queue, et jusqu'à une distance du noyau égale à deux ou trois fois le diamètre de la tête, on les voit encore, mais très faiblement. Plus loin on n'aperçoit qu'un spectre continu, dû peut-être à la lumière de la Lune diffusée par la brume, assez épaisse pendant les dernières nuits d'observation.

» Il semble résulter de là que la masse cométaire est formée en partie d'un gaz incandescent, caractérisé par le spectre de bandes, et en partie de matière solide ou liquide, également incandescente, mais à l'état de division extrême, émettant une lumière blanche qui lui est propre et pouvant réfléchir en certaine proportion la lumière qu'elle reçoit du Soleil. Toutes les observations spectroscopiques faites jusqu'à ce jour sur les comètes concluaient à l'existence du carbone dans les gaz produisant le spectre de bandes. M. Huggins vient de donner à cette conclusion une confirmation éclatante, en nous révélant, par la Photographie, l'existence des deux bandes du carbone dans le spectre ultra-violet de la comète.

» J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie trois dessins représentant : n° 1, le spectre de la flamme à alcool ; n° 2, le spectre de la comète pendant la nuit du 24 juin ; n° 3, le même spectre au 1er juillet. »

ASTRONOMIE. — *Essai d'explication des queues des comètes.* Note de M. A. Picart.

« Jusqu'en ces derniers temps on ne considérait que trois états des corps : l'état solide, l'état liquide et l'état gazeux. On y a joint récemment un quatrième état, appelé *état radiant*, celui d'un gaz tellement raréfié que chacune de ses molécules, dans son mouvement, suivant l'hypothèse dyna-

mique de J. Bernoulli, ne subit que peu de chocs de la part des autres, et dès lors décrit une trajectoire composée d'éléments rectilignes relativement très étendus.

» Ce sont là les états de la matière dite *pondérable*, c'est-à-dire soumise à la loi de gravitation. Mais il est une autre matière, *impondérable*, répandue uniformément dans tout l'univers, qui forme une sorte de substratum où se meut la matière pondérable, et qui peut-être est la matière *unique*, se transformant, par le mouvement et le groupement varié de ses atomes de formes diverses, dans les différents états de la matière pondérable; c'est l'*éther*. Lorsque cette matière est ébranlée en un de ses points, on sait que ce point devient un foyer de lumière, de telle sorte que, si elle est en vibration dans une certaine étendue, elle présente l'apparence d'un corps lumineux. C'est donc là comme un nouvel état de la matière, qu'on peut appeler l'*état lumineux*, consistant dans l'état vibratoire d'un amas plus ou moins étendu de la matière éthérée. Or le propre de l'éther comme de toutes les matières fluides, c'est que la répulsion intermittente de ses atomes, produite par les chocs que dans leurs mouvements ils exercent entre eux, se traduit idéalement par une répulsion permanente entre ces atomes supposés immobiles, qui varie suivant une certaine fonction de la distance, décroissant quand cette distance augmente. Cette nouvelle matière impondérable jouit donc de la propriété caractéristique qu'il s'exerce entre ses éléments une action répulsive.

» De là l'explication de certains phénomènes cosmiques, restés jusqu'alors plus ou moins mystérieux.

» Le Soleil, les étoiles, les nébuleuses et les comètes sont constitués non seulement par la matière pondérable à l'état gazeux, mais aussi par cette nouvelle espèce de matière impondérable, l'éther lumineux, qui se manifeste pour le Soleil par la lumière zodiacale, pour certaines nébuleuses non résolubles par leurs formes irrégulières, contraires à la loi de gravitation, pour les comètes par la queue qu'elles développent, en s'approchant du Soleil, sur une longueur prodigieuse, à l'opposite de cet astre.

» En particulier, une comète, étant un assemblage de matière gazeuse et d'éther lumineux, apparaît, loin du Soleil, sous la forme sphéroïdale, due à la gravitation de la matière pondérable (l'éther lumineux étant alors invisible pour l'observateur, à cause de sa distance, jointe à son faible éclat). Mais, lorsqu'elle s'approche du Soleil, l'*éther lumineux* de cet astre exerce une action répulsive sur l'*éther lumineux* qu'elle contient, et cette

action a pour effet d'étendre derrière elle cette matière lumineuse impondérable en une vaste nappe visible sous la forme d'une queue qui est dirigée en sens opposé au Soleil.

» La forme et la direction de cette queue sont ainsi complètement indépendantes de la gravitation, et l'on comprend alors que l'extrémité de la queue d'une comète, située à une distance considérable du Soleil, puisse suivre, en restant toujours opposée à cet astre, le mouvement général apparent de l'immense appendice, avec une vitesse énorme de plusieurs millions de lieues par seconde, ce qui ne se comprendrait pas si elle était formée d'une matière *pondérable*, qui serait soumise aux lois ordinaires de la gravitation. »

ASTRONOMIE. — *Sur la polarisation de la lumière des comètes.* Note de M. **Prazmowski.**

« La comète actuellement visible a donné lieu à de nombreuses études spectroscopiques; mais, dans le résumé de ces études, je ne vois pas qu'on ait fait mention de la polarisation de sa lumière, qui offre pourtant quelque intérêt.

» En dirigeant un polariscope sur cet astre, le 24 juin et les jours suivants, j'ai constaté de fortes traces de polarisation; cela prouve que cette portion de lumière polarisée est réfléchie par des particules gazeuses entrant dans la composition de la comète.

» En combinant cette observation avec les études spectroscopiques, j'ai été amené à penser que la matière constituant la comète, tout en possédant un éclat propre, réfléchit aussi abondamment la lumière solaire, et c'est à celle-ci qu'est dû le spectre continu étudié par les observateurs. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelle méthode pour déterminer certaines constantes du sextant.* Note de M. **Gruey.**

« Lorsqu'on veut corriger des erreurs instrumentales les observations faites au sextant, on emploie certaines formules établies depuis longtemps par les géomètres et reproduites aujourd'hui dans tous les Traités d'Astronomie pratique. Ces formules renferment quelques constantes qu'il faut

mesurer avant toute application et dont il faut, de loin en loin, vérifier les valeurs. Parmi ces constantes figure l'angle β que fait l'axe optique de la lunette avec la normale au petit miroir.

» Voici d'abord la méthode donnée jusqu'ici pour la détermination de β, comme étant la meilleure et la plus simple :

» 1° On place horizontalement le sextant sur un support ferme et l'on vise un objet très éloigné A. On rend les deux images coïncidentes. Le grand et le petit miroir M et *m* sont alors parallèles.

» 2° Au niveau du sextant on place une lunette L. On pointe cette lunette sur A, vu par réflexion sur M et à travers la partie supérieure de *m*. L'image de A se fait alors au point de croisée *a* des fils de la lunette L.

» Comme la lunette L ainsi pointée doit rester immobile, il est bon d'employer la lunette d'un théodolite qui se fixe à volonté en azimut et hauteur.

» 3° Enfin, prenant le sextant à la main, on mesure avec lui l'angle de l'axe optique de L avec la direction qui va à l'objet très éloigné A. Pour cela, on amène l'image doublement réfléchie de A à coïncider avec celle de *a* visé directement.

» Cette mesure donne 2β. Mais chacune des trois opérations, des deux dernières surtout, exige des tâtonnements minutieux assez longs et assez pénibles; leur ensemble finit par rebuter et ôter à l'observateur toute envie de recommencer cette détermination une fois faite. Le procédé n'est d'ailleurs possible que sur la terre ferme.

» Voici maintenant un autre procédé que j'ai indiqué dernièrement dans mon Cours d'Astronomie à la Faculté des Sciences de Clermont. Sa simplicité m'engage à le publier; mes élèves éprouvent un grand plaisir à le pratiquer, dans leurs moments perdus, sur un cercle de Borda que j'ai mis à leur disposition. On peut le suivre en mer aussi bien que sur le continent. Il repose sur l'emploi d'un petit prisme à réflexion totale.

» 1° Déterminez, comme à l'ordinaire, le point de parallélisme des miroirs, après avoir adapté, à l'oculaire de la lunette du cercle de Borda, un prisme à réflexion totale identique à celui que l'on emploie pour faire un nadir dans les observations méridiennes.

» 2° Tenant l'instrument à la main et l'œil à l'oculaire, présentez ce prisme à un rayon de lumière solaire ou artificielle qui éclairera vivement le champ de la lunette. Vous verrez aussitôt dans ce champ, et directement, les quatre fils du réticule.

» 3° Faites ensuite tourner le grand miroir M dans le sens qui rap-

proche sa normale X de la droite Mm joignant les deux miroirs. Vous verrez bientôt entrer dans le champ un nouveau réticule de quatre fils, qui n'est autre chose que l'image du premier *triplement réfléchi :* une première fois sur m, une deuxième fois sur M et une troisième fois sur m.

» En continuant à faire tourner M, vous amènerez le réticule triplement réfléchi à coïncider exactement avec le réticule vu directement. Au moment de cette coïncidence, M aura tourné de l'angle cherché β. Cet angle est donc égal à la différence des lectures qui répondent à cette coïncidence des réticules et au parallélisme des miroirs.

» Avec le cercle de Borda, on pourra du reste répéter l'angle β à volonté et à la manière ordinaire.

» La même mesure, mais sans répétition, s'exécute de la même façon sur un sextant, si le grand miroir peut tourner de 15° environ, dans le sens contraire à celui de la graduation, et à partir de sa position parallèle au petit miroir, c'est-à-dire si l'on a prolongé l'arc divisé, en deçà du zéro, d'une quantité insignifiante.

» L'image triplement réfléchie du réticule est très nette, soit avec la lumière solaire, soit avec la lumière d'une bougie.

» On le voit, dans notre méthode il n'y a rien en dehors de la manœuvre journalière du sextant, et l'angle β peut être déterminé en moins de cinq minutes. Si un observateur, non exercé, éprouvait quelques difficultés à exécuter les opérations de nos n^{os} 2 et 3, il n'aurait, pour réussir du premier coup, qu'à installer son instrument et une bougie, à poste fixe, sur une petite table, dans un cabinet noir.

» En résumé, tandis que l'angle de deux astres est donné par l'image directe de l'un et l'image doublement réfléchie de l'autre, l'angle β est donné par l'image directe du réticule et son image triplement réfléchie. Cette triple réflexion n'exige d'ailleurs rien de nouveau que l'emploi d'un oculaire nadiral.

» Le réticule triplement réfléchi ne donne pas seulement l'angle β. Il est avantageux et facile de l'employer dans les opérations suivantes, que je ne ferai qu'indiquer. Je suppose les miroirs préalablement réglés comme à l'ordinaire, c'est-à-dire perpendiculaires au limbe; je nomme *horizontaux* les deux fils du réticule qui doivent être parallèles au limbe et *verticaux* les deux autres fils qui doivent être normaux à ce limbe.

» 1° *Rendre les fils horizontaux parallèles au limbe.* — Faites tourner le réticule réel sur lui-même, jusqu'à ce que le point de croisée de deux fils

quelconques, triplement réfléchis, décrive un fil horizontal réel ou une droite parallèle à ce fil, lorsqu'on fait tourner le grand miroir.

» 2° *Rendre l'axe optique de la lunette parallèle au limbe.* — En agissant sur la vis qui gouverne l'inclinaison de la lunette, amenez les fils horizontaux triplement réfléchis en coïncidence exacte avec les fils horizontaux réels.

» 3° *Mesurer la distance angulaire des deux fils verticaux.* — Lisez sur le limbe l'angle dont le grand miroir doit tourner pour qu'un fil triplement réfléchi, et d'abord en coïncidence avec un fil vertical réel, vienne à coïncider avec l'autre fil vertical réel.

» Ces trois opérations se font, dans notre méthode, en tenant le sextant à la main, aussi bien en mer que sur le continent. Il n'en est pas de même avec les méthodes anciennes.

» Si la lunette ou l'un des miroirs vient à se déranger, on en sera averti aussitôt par une simple inspection du réticule triplement réfléchi. On verra même si le dérangement est assez fort pour exiger une rectification nouvelle.

» Remarquons enfin que la coïncidence des deux réticules se produit *symétriquement*. Lorsqu'elle a lieu, le fil horizontal supérieur est recouvert par l'image triplement réfléchie du fil horizontal inférieur, et réciproquement; la même symétrie ou inversion a lieu pour les fils verticaux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les groupes kleinéens.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Dans mes précédentes Communications, j'ai montré comment on pouvait former tous les groupes fuchsiens, c'est-à-dire tous les groupes discontinus formés de substitutions de la forme

$$\left(t, \frac{\alpha t + \beta}{\gamma t + \delta}\right) \tag{1}$$

(*ces substitutions étant assujetties à ne pas altérer un cercle fixe appelé* cercle fondamental). Une remarque de M. Klein, que j'ai citée dans ma dernière Note, m'a amené à rechercher tous les groupes discontinus formés par des substitutions de la forme (1) (sans condition relative à un cercle fondamental), groupes que je propose d'appeler *kleinéens*. Je vais montrer comment la pseudogéométrie de Lobatchewski, qui m'a servi à trouver les

groupes fuchsiens, peut me donner la solution du problème plus général que j'aborde aujourd'hui.

» 1. J'écrirai, pour abréger, *ps* et *pst* pour pseudogéométrique et pseudogéométriquement. J'appelle *plan ps* toute sphère ayant son centre dans le plan des xy, *droite ps* l'intersection de deux plans *ps*; l'angle *ps* de deux courbes est égal à leur angle géométrique. Si l'on considère deux points quelconques a et b, on pourra par ces deux points mener une droite *ps* qui coupera le plan des xy en deux points c et d; le demi-logarithme du rapport anharmonique de a et b par rapport à c et d sera alors leur distance *ps*. J'appelle *polygone ps* une portion de plan *ps* limitée par des droites *ps*, *polyèdre ps* une portion de l'espace située tout entière au-dessus du plan des xy et limitée par des plans *ps* ou par le plan des xy. Deux figures sont *pst* égales quand on peut établir entre elles une correspondance point par point et de telle sorte que les distances *ps* soient conservées. Grâce à ces définitions, les théorèmes de Lobatchewski trouvent leur application concrète (voir les travaux de M. Klein sur ce sujet dans les *Mathematische Annalen*).

» 2. Considérons une substitution de la forme (1). Soit

$$t = x + y\sqrt{-1},$$

et considérons x et y comme les coordonnées d'un point dans un plan. La substitution (1) transformera tous les cercles en cercles. Prenons maintenant dans l'espace un point A; par ce point, je puis faire passer une infinité de plans *ps* qui viendront couper le plan des xy suivant différents cercles C. Ces cercles seront changés par la substitution (1) en d'autres cercles C'. Toutes les sphères qui ont même centre et même rayon que ces cercles C' viendront se couper en un même point B. A la substitution (1) correspondra dans l'espace une transformation (A, B) qui changera toute figure de l'espace en une figure *pst* égale. A un groupe discontinu de substitutions (1) va donc correspondre un groupe discontinu de transformations (A, B).

» 3. Pour construire tous les groupes discontinus de transformations (A, B), il faut diviser l'espace en polyèdres *ps*, *pst* égaux entre eux. Envisageons un de ces polyèdres *ps*; je distinguerai parmi ses faces celles de la première sorte, qui sont formées de plans *ps*, et celles de la seconde sorte, formées de portions du plan xy; les faces de la première sorte pourront être distribuées en paires, comme cela a lieu pour les polygones curvilignes

envisagés dans la théorie des groupes fuchsiens; deux faces appartenant à la même paire seront dites *conjuguées* et devront être *pst* égales entre elles. Les arêtes pourront être distribuées en cycles de la façon suivante. Partant d'une arête quelconque, on considère l'une des faces passant par cette arête, puis la face conjuguée, et dans cette face conjuguée l'arête homologue de celle qui a servi de point de départ, puis une autre face passant par cette arête, puis la face conjuguée, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on retombe sur l'arête qui a servi de point de départ. Cela posé, on trouve une condition nécessaire et suffisante pour que le polyèdre *ps* considéré donne naissance à un groupe discontinu. Il faut que la somme des dièdres correspondant aux diverses arêtes d'un même cycle soit une partie aliquote de 2π.

» 4. Les considérations qui précèdent permettent d'obtenir tous les groupes discontinus de transformations (A, B). Pour que le polyèdre *ps* que nous venons d'envisager donne naissance à un groupe discontinu de substitutions (1), il faut, en outre, que l'une au moins des faces de ce polyèdre soit une portion du plan des xy.

» 5. Appliquons ces principes à un exemple simple. Je suppose un polygone curviligne dont les côtés sont des arcs de cercles, et je me demande à quelle condition ce polygone engendrera un groupe discontinu par l'opération que M. Klein appelle la *Vervielfältigung durch Symmetrie*. Je prolonge les arcs de cercles de façon à former des cercles complets, puis j'envisage les sphères qui ont même centre et même rayon que ces cercles. Ces sphères limiteront un certain polyèdre *ps* dont tous les dièdres devront être des parties aliquotes de π. Les principes qui ont permis de déduire de l'existence des groupes fuchsiens celle des fonctions fuchsiennes, thétafuchsiennes et zétafuchsiennes sont applicables aux nouveaux groupes kleinéens. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un moyen général de déterminer les relations entre les constantes contenues dans une solution particulière et celles que contiennent les coefficients rationnels de l'équation différentielle correspondante.* Note de M. G. **Dillner** [1].

» En appliquant cette propriété d'une identité rationnelle à chacune des identités (3), on aura, dans les conditions (6) et (7) et dans celles qui

[1] Voir *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1498.

s'obtiennent en identifiant à zéro chacun des coefficients du polynôme $P(x)$, les relations cherchées entre les constantes contenues dans la solution particulière (1) et celles que contiennent les coefficients de l'équation différentielle linéaire correspondante (2), et, tant que ces conditions pourront être satisfaites, l'équation différentielle (2) aura une solution particulière de la forme (1).

» Prenons pour exemple la solution particulière

$$y = e^{\int\left(\frac{C}{B}+A_2\right)dx} \tag{9}$$

et l'équation du second ordre correspondante

$$y'' + p_1 y' + p_2 y = 0. \tag{10}$$

» Les identités (3) sont, dans ce cas,

$$\left\{\begin{aligned} \left(\frac{C}{B}\right)^2 + p_2 + p_1 A_2 + A_2^2 + A'_2 &= 0,\\ p_1 - Y + 2A_2 &= 0,\end{aligned}\right. \tag{11}$$

où l'on a posé la dérivée logarithmique Y de B,

$$Y = \frac{B'}{B} = \sum_{r=1}^{r=\nu} \frac{\beta_r}{x - b_r}, \tag{12}$$

$2\beta_1, \ldots, 2\beta_\nu$ représentant, en général, des nombres entiers positifs ou négatifs dont au moins un est impair. En éliminant A_2 entre les deux identités (11), on aura le résultat

$$\left(\frac{C}{B}\right)^2 + \tfrac{1}{4}(Y^2 - p_1^2) + \tfrac{1}{2}(Y' - p'_1) = 0. \tag{13}$$

» En appliquant à cette identité les conditions contenues dans les formules (6) et (8), on précisera d'une manière définitive la classe d'équations différentielles linéaires du second ordre (10), dont les solutions particulières s'expriment sous la forme (9).

» Si l'on suppose, pour plus de simplicité, que les infinis de p_1 soient simples et que ceux de p_2 soient simples ou doubles, ces infinis devant nécessairement être identiques à une certaine partie des infinis $b_1, \ldots, b_\nu$ de la dérivée logarithmique Y de B dans (12), il s'ensuit qu'en posant, d'après (4), l'identité (13) sous la forme

$$P(x) + f(x) = 0, \tag{14}$$

$P(x)$ en étant la partie entière et $f(x)$ la partie fractionnaire à dimension négative, la dernière, ne comprenant que des infinis doubles, supposés $a_1, \ldots, a_n$, et des infinis simples, supposés $e_1, \ldots, e_m$, pourra se mettre sous la forme

$$(15) \qquad f(x) = \sum_{r=1}^{r=n} \int^{\xi=a_r} \frac{d}{d\xi}\left[\frac{(\xi - a_r)^2 f(\xi)}{x-\xi}\right] + \sum_{r=1}^{r=m} \int^{\xi=e_r} \left[\frac{(\xi - e_r) f(\xi)}{x-\xi}\right].$$

» Étudions le cas simple où p_1 et p_2, ayant le même dénominateur, sont de la forme suivante, les quantités $E_1, \ldots, E_m$ étant des constantes,

$$(16) \qquad \begin{cases} p_1 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{x-e_1} + \cdots + \frac{1}{x-e_m}\right), \\ p_2 = \frac{E_1}{x-e_1} + \cdots + \frac{E_m}{x-e_m}, \end{cases}$$

d'où il suit que B doit nécessairement avoir la forme

$$(17) \qquad B = F(x)\sqrt{\varphi(x)},$$

où l'on a posé

$$(18) \qquad \begin{cases} F(x) = (x-a_1)\ldots(x-a_n), \\ \varphi(x) = (x-e_1)\ldots(x-e_m); \end{cases}$$

alors, la partie entière $P(x)$ dans (14) étant nulle, on devra appliquer la formule (15) à l'identité (13), après y avoir substitué les valeurs de B, p_1 et p_2 tirées des formules (16) et (17). A ce calcul, on doit observer que

$$Y - p_1 = \frac{1}{x-a_1} + \cdots + \frac{1}{x-a_n}$$

et

$$Y + p_1 = \frac{1}{x-a_1} + \cdots + \frac{1}{x-a_n} + \frac{1}{x-e_1} + \cdots + \frac{1}{x-e_m},$$

et que, par suite,

$$Y^2 - p_1^2 = \left(\frac{1}{x-a_1} + \cdots + \frac{1}{x-a_n}\right)\left(\frac{1}{x-a_1} + \cdots + \frac{1}{x-a_n} + \frac{1}{x-e_1} + \cdots + \frac{1}{x-e_m}\right);$$

de plus, on observera qu'en posant

$$F_r(\xi) = \frac{F(\xi)}{\xi - a_r} \quad (r = 1, 2, \ldots, n) \quad \text{et} \quad \varphi_r(\xi) = \frac{\varphi(\xi)}{\xi - e_r} \quad (r = 1, 2, \ldots, m)$$

on aura

$$F_r(a_r) = F'(a_r) \quad (r = 1, 2, \ldots, n) \quad \text{et} \quad \varphi_r(e_r) = \varphi'(e_r) \quad (r = 1, 2, \ldots, m).$$

» Maintenant on disposera, tant qu'il sera possible, des constantes indéterminées C, $a_1, \ldots, a_n$, de manière à satisfaire à l'identité (13), y appliquées les conditions contenues dans les formules (6) et (7). Pour $m=3$, on aura la solution de l'équation de Lamé [1]. La quantité A_2 se déterminera, d'après (11), par l'identité

$$A_2 = \frac{1}{2}(Y - p_1) = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{x-a_1} + \cdots + \frac{1}{x-a_n}\right) = \frac{d}{dx}\log\sqrt{F(x)}.$$

» Si l'on pose, dans (9), $C = 0$, on aura la seule identité [2]

$$p_2 + p_1 A_2 + A_2^2 + A'_2 = 0,$$

à laquelle s'appliqueront les conditions contenues dans les formules (6) et (8), d'où suit une autre classe d'équations différentielles linéaires du second ordre n'ayant qu'*une* solution. »

MÉCANIQUE. — *Sur les trois axes centrifuges.* Note de M. E. Brassinne.

« J'ai démontré, en 1880 (*Comptes rendus* du 31 mai), le théorème suivant :

» *Si en un point d'un corps solide on détermine les trois axes principaux, et si, par chacun d'eux, on mène un plan qui divise en deux parties égales l'angle des plans rectangulaires dont il est l'intersection, les trois perpendiculaires, menées par le point donné aux plans bissecteurs, seront les trois axes sur lesquels des forces centrifuges exercent le plus grand effet.*

» Si l'équation de l'ellipsoïde central, relative à ses axes principaux, est

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 = 1,$$

on conclura du théorème précédent que :

» 1° Les trois axes centrifuges sont situés dans le plan $x + y + z = 0$.

» 2° Ces axes font successivement deux à deux des angles de 60°.

» 3° Le moment d'inertie relatif à la perpendiculaire au plan

$$x + y + z = 0$$

a pour valeur

$$\frac{A + B + C}{3}.$$

(1) Voir la Note de M. Brioschi insérée dans les *Comptes rendus* du 9 août 1880.

(2) Voir ma Note citée ci-dessus.

» Les moments d'inertie relatifs aux axes du maximum sont

$$\frac{A+B}{2}, \quad \frac{A+C}{2}, \quad \frac{B+C}{2}.$$

» 4° Il est aisé de trouver le lieu des axes passant par un point donné, sur lesquels l'action centrifuge est la même, dans le cas d'un solide de révolution $A = B$; le lieu est un cône du second degré.

» 5° Dans le cas d'un solide de révolution, en supposant le point fixe au centre de gravité, la pression sur un axe est proportionnelle à $\sin 2\theta (A - C)$. Si θ et $A - C$ sont des quantités très faibles du premier ordre, la pression sera du second ordre, ce qui est à considérer dans le cas du déplacement d'un petit angle de l'axe de rotation des planètes θ, par suite de l'action des forces perturbatrices.

6° L'ellipsoïde central, rapporté à ses axes principaux, dont l'origine est au centre de gravité, est fondamental; par une simple transformation de coordonnées parallèles, on trouve de suite l'ellipsoïde central relatif à un point quelconque du solide. Ensuite une transformation de coordonnées rectangulaires, en n'employant que deux angles, conduit directement aux nombreux théorèmes d'Ampère et d'autres géomètres sur ces axes principaux.

» La découverte des axes naturels de rotation est due à Ségner, professeur à Göttingue, qui l'a publiée en 1755, dans un petit Mémoire imprimé à Halles. Les travaux d'Euler et de son fils, publiés deux ou trois ans après, supposent la connaissance des axes principaux que d'Alembert et Lagrange ont attribués à Euler. D'Alembert a rectifié cette erreur dans la préface du quatrième Volume de ses Opuscules. Enfin le géomètre qui a édité en 1765, du vivant d'Euler, son important Ouvrage *De motu corporum rigidorum*, rend à Ségner l'admirable découverte qui lui appartient. »

PHYSIQUE. — *Sur la mesure absolue des courants par l'électrolyse.* Note de M. **Mascart**.

« Après avoir introduit dans la Science un système de mesures absolues pour l'évaluation des grandeurs électriques, Weber a déterminé l'équivalent électrochimique de l'eau, c'est-à-dire le poids d'eau décomposée en une seconde par un courant dont l'intensité électromagnétique est égale à l'unité. En prenant comme unités le millimètre et la masse du milligramme, il a trouvé ainsi $0^{mgr},009376$.

» Cette expérience a été répétée par divers physiciens, entre autres par MM. Joule, Bunsen, Casselman, Cazin et Kohlraush; mais les résultats obtenus présentent des discordances qui dépassent 1 pour 100 de part et d'autre du nombre de Weber, et il peut rester quelques doutes sur la valeur exacte que l'on doit adopter aujourd'hui. J'ai été amené à reprendre cette détermination importante au point de vue des mesures absolues, et j'ai pris plusieurs dispositions nouvelles pour éliminer le plus possible les causes d'erreur qu'elle comporte.

» L'expérience comprend deux parties distinctes : la mesure chimique et la mesure électrique du courant. Pour la première, j'ai cherché d'abord dans quelles conditions il convenait de se placer pour obtenir exactement le poids de l'eau décomposée par électrolyse. Après avoir essayé différentes méthodes sur lesquelles il serait trop long d'insister, je crois que la plus précise consiste à placer dans le vide un voltamètre dont le liquide est rendu conducteur par l'acide phosphorique, avec des électrodes formées de fils fins en platine; on récolte les gaz par une pompe à mercure et on en mesure le volume à l'état sec. Dans ces conditions, il ne se forme pas de traces sensibles d'ozone, comme l'a reconnu M. Berthelot, et il n'y a aucune perte de gaz, soit par condensation sur les électrodes, soit par dissolution et diffusion dans le liquide; les nombres ainsi obtenus sont parfaitement d'accord avec ceux que donnent les pesées directes de métaux.

» Toutefois, il est plus commode d'avoir recours à des pesées : le dépôt de cuivre dans une dissolution de sulfate de cuivre et celui de l'argent dans l'azotate d'argent donnent des résultats très exacts. L'argent est préférable, parce que, si l'expérience est bien conduite, avec des courants relativement faibles, on peut déterminer aussi la perte de poids de l'électrode soluble, et les deux nombres sont égaux à $\frac{1}{1000}$ près, ce qui fournit un contrôle très précieux.

» Dans les expériences antérieures, la mesure électrique du courant a été faite le plus souvent au moyen d'une boussole des tangentes, ou au moins par des méthodes qui exigeaient la connaissance de la composante horizontale de la force magnétique terrestre. L'intervention du magnétisme est ici un intermédiaire qui complique inutilement les expériences.

» J'ai employé une sorte d'électrodynamomètre qui comprend deux larges bobines plates disposées horizontalement et une longue bobine cylindrique suspendue à un plateau de balance. La base inférieure de la bobine mobile se tient dans le plan de symétrie des deux premières, où l'action réciproque passe par une valeur maximum, ce qui donne une grande stabilité à l'équi-

libre. L'entrée et la sortie du courant, pour la bobine mobile, avaient lieu par des fils fins de platine contournés en hélice qui ne nuisaient pas à la sensibilité de la balance. Le fil des bobines est formé de cuivre très pur, les montures sont en bois et en carton.

» Comme le courant éprouve une variation continue, qui était d'environ $\frac{1}{400}$ par minute, on notait les époques successives auxquelles l'équilibre avait lieu pour des charges variant de 10^{mgr}, et il était facile d'en déduire la valeur moyenne par une courbe graphique. Enfin, on déterminait l'équilibre de la balance sans courant, avant le début, au milieu et à la fin de chaque expérience, afin d'éliminer l'effet très faible dû à l'échauffement des bobines.

» Le poids d'argent a varié de 700^{mgr} à 900^{mgr} dans des expériences qui duraient de vingt-cinq à quarante-cinq minutes, et l'action sur la balance était comprise entre 1500^{mgr} et 4000^{mgr}. Cette action P est proportionnelle au carré du poids p d'argent déposé par unité de temps. J'ai trouvé, par exemple, pour le rapport $\frac{\sqrt{P}}{p}$, avec de l'argent très pur que je dois à l'obligeance de M. Debray, les nombres suivants :

	132,90
	132,82
	132,79
	132,80
	132,94
Moyenne...	132,85

» Si l'on suppose les spires des bobines plates de même rayon et dans le même plan, la section du cylindre mobile très petite et sa longueur très grande, l'intensité du courant s'exprime simplement en fonction des longueurs des fils, des nombres de tours, de la longueur du cylindre et de l'action exercée sur la balance. Le calcul est un peu long quand on veut tenir compte de la section du paquet de fils dans les bobines plates, du rayon de la bobine cylindrique et de l'action exercée sur la face supérieure, mais il ne présente pas de difficultés. La correction qu'il fallait apporter à l'évaluation approchée dans mon appareil n'atteint pas $\frac{1}{100}$, ce qui permet de faire le calcul très exactement par les premiers termes des développements en série. Avec le nombre 107,93, donné par M. Stas pour l'équivalent de l'argent, et en adoptant les unités de Weber, j'ai trouvé que l'équivalent électrochimique de l'eau a pour valeur 0^{mgr},009373. Ce

résultat me paraît exact à moins de $\frac{1}{1000}$, et l'on voit qu'il est presque identique à celui que Weber a donné pour la première fois.

» Si l'on adopte, au contraire, les unités pratiques de l'Association britannique, il en résulte qu'un courant dont l'intensité électromagnétique est représentée par 1 weber décompose en une seconde un poids d'eau égal à $0^{mgr},09373$ ou, plus généralement, une fraction égale à 0,010415 de l'équivalent d'un corps exprimé en milligrammes. L'intensité du courant capable de produire en une seconde l'électrolyse de $1^{éq}$ d'un corps exprimé en milligrammes serait donc égale à $96^{w},01$ ou sensiblement 96 webers. »

OPTIQUE. — *Sur la réalité d'une équivalence cinématique en Optique ondulatoire.* Note de M. **Croullebois.**

« L'Optique est en possession d'un assez grand nombre d'*équivalences cinématiques*, qui, pour être acceptables, doivent s'accorder avec les faits, c'est-à-dire être subordonnées à la constitution moléculaire du milieu. L'équivalence entre un rayon rectiligne et deux circulaires inverses a été mise hors de doute par Fresnel; M. Cornu ([1]) vient de la confirmer par une disposition ingénieuse et d'ajouter une loi très simple à ce que Fresnel nous avait appris sur ce point. Une autre équivalence a été fournie par Airy en 1828, et s'énonce ainsi : *Un rayon rectiligne équivaut à deux elliptiques, rectangulaires, semblables et contrairement polarisés*. Jusqu'à ce jour, c'est seulement dans le quartz et suivant une direction oblique à l'axe que cette conception cinématique a été réalisée; j'ai démontré ([2]) de diverses manières l'existence de ce curieux dédoublement. Sans faire retour sur ces expériences, je me propose d'indiquer, dans un cas assez complexe, les conditions restrictives qui dominent l'usage de ces transformations, et aussi d'étendre au dédoublement des elliptiques la portée de la loi de M. Cornu relativement au dédoublement des circulaires.

» Je forme un biprisme avec deux quartz de même rotation (lévogyres, par exemple), dont les faces terminales sont inclinées de 10° sur l'axe et dont les sections principales sont croisées rectangulairement; l'angle réfringent de chaque prisme est de 82°. Supposons qu'un rayon naturel tombe sur une des faces; deux rayons elliptiques prennent spontanément naissance : le sinistrorsum a son grand axe normal à la section principale, et le dex-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, n° 24, p. 1365.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXVIII.

trorsum a le sien contenu dans ce dernier plan. Ces deux rayons ainsi contrairement polarisés cheminent à travers le premier quartz en suivant très sensiblement la même route et atteignent la surface de séparation des deux prismes. Ils ne peuvent franchir *intégralement* le second quartz, car il y a opposition absolue entre leur gyration propre et celle des elliptiques ultérieurement possibles; pour suivre la loi d'équivalence, il faut remonter aux constituants de chaque vibration elliptique. Dans le sinistrorsum, la vibration rectiligne, qui forme le grand axe, engendre les deux elliptiques inverses

$$\left.\begin{array}{l} y_1 = \cos\xi, \\ x_1 = -k\sin\xi, \end{array}\right\} \searrow \qquad \left.\begin{array}{l} y_2 = k^2\cos\xi, \\ x_2 = k\ \sin\xi. \end{array}\right\} \swarrow$$

» La seconde vibration rectiligne donne

$$\left.\begin{array}{l} x'_1 = k\cos\xi, \\ y'_1 = -k^2\sin\xi, \end{array}\right\} \swarrow \qquad \left.\begin{array}{l} x'_2 = k^3\cos\xi, \\ y'_2 = k^2\sin\xi. \end{array}\right\} \searrow$$

» Les deux elliptiques sinistrorsum ne changent pas de vitesse à leur passage dans le second prisme, parce qu'ils sont rayons ordinaires, comme le sinistrorsum primitif. Quant aux dextrorsum, devenus rayons extraordinaires, ils sont retardés et s'écartent de la direction axiale.

» Le dextrorsum primitif engendre pareillement quatre elliptiques, dont les équations sont :

$$\left.\begin{array}{l} x_1 = \cos\xi, \\ y_1 = -k\sin\xi, \end{array}\right\} \swarrow \qquad \left.\begin{array}{l} x_2 = k^2\cos\xi, \\ y'_2 = k\ \sin\xi \end{array}\right\} \searrow$$

et

$$\left.\begin{array}{l} y'_1 = k\cos\xi, \\ x'_1 = -k^2\sin\xi, \end{array}\right\} \searrow \qquad \left.\begin{array}{l} y'_2 = k^3\cos\xi, \\ x'_2 = k^2\sin\xi. \end{array}\right\} \swarrow$$

» Ces deux dextrorsum deviennent rayons extraordinaires et continuent leur route sans déviation; les sinistrorsum, devenus rayons ordinaires, s'éloignent de la direction axiale en sens contraire des dextrorsum du premier groupe. En définitive, dans les images latérales, nous avons, d'une part, un dextrorsum qui peut s'écrire

$$\left.\begin{array}{l} X = k\cos\xi, \\ Y = \sin\xi, \end{array}\right\} \searrow$$

et, d'autre part, un sinistrorsum

$$\left.\begin{array}{l} X = \cos\xi, \\ Y = -k\sin\xi. \end{array}\right\} \nwarrow$$

» L'image centrale est formée de la superposition de quatre rayons, dont l'ensemble reconstitue un rayon naturel, ainsi que l'expérience le démontre. De plus, ce qui est l'observation remarquable, les images latérales sont toujours rigoureusement équidistantes de l'image centrale (¹). Ainsi, en faisant abstraction des équivalences qui se sont effectuées dans les quartz, nous pouvons résumer le phénomène comme il suit :

» Un rayon naturel s'est dédoublé en deux elliptiques contraires, également déviés de sa direction axiale, et en un naturel *résiduel* qui a suivi rigoureusement cette dernière ligne. Cela est vrai pour tous les états d'ellipticité et toutes les inclinaisons sur l'axe optique.

» Je pense que l'on verra dans ce qui précède une confirmation et peut-être une généralisation de la loi de M. Cornu :

» *Le dédoublement d'une onde polarisée rectilignement en deux ondes elliptiques réciproques s'effectue de manière que la vitesse de propagation des ondes dédoublées soit égale à la vitesse de propagation de l'onde unique qui existe dans les conditions où les causes de dédoublement n'agissent pas.* »

M. **Cornu**, à l'occasion de cette Communication, ajoute la remarque suivante :

« Je ne saurais reconnaître dans l'expérience citée par l'auteur une généralisation de la loi que j'ai indiquée récemment (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 1370); en effet, l'équidistance des images latérales dérive uniquement de la corrélation symétrique des plans de réfraction des deux parties du biprisme avec les sections principales du cristal; elle est, par conséquent, indépendante de toute relation particulière entre les vitesses des deux ondes. L'expérience proposée est donc insuffisante : on en verra la preuve en choisissant le cas particulier où l'axe du cristal est perpendiculaire aux faces terminales; on retombe alors sur le biprisme (ou la moitié du triprisme) de Fresnel, lequel est insuffisant à lui seul pour établir la loi relative aux rayons circulaires dont j'ai donné la démonstration expérimentale. »

(¹) J'ai vérifié l'égalité de cet écart angulaire dans une série de biprismes, diversement inclinés sur l'axe, qui me serviront à définir la surface d'onde du quartz.

THERMOCHIMIE. — *Sur les chlorures de fer.* Note de M. P. **Sabatier**, présentée par M. Berthelot.

« I. *Chlorures ferreux.* — Le chlorure ferreux est moins soluble dans l'acide chlorhydrique que dans l'eau : si, dans une solution aqueuse saturée de chlorure, on fait arriver un courant de gaz chlorhydrique, il se dépose des cristaux. Ceux-ci peuvent s'obtenir aisément en dissolvant à saturation, dans de l'acide chlorhydrique concentré chaud, du protochlorure de fer anhydre; la liqueur abandonne, en se refroidissant, des aiguilles fines transparentes d'un vert pâle, inaltérables dans le vide, et dont la composition répond à la formule FeCl, 2HO. L'analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé.
Fe	34,4	34,35
Cl	43,2	43,55

» Le composé blanc qu'on obtient en faisant effleurir dans le vide sec le chlorure cristallisé ordinaire FeCl, 4HO, présente la même composition. Son analyse m'a donné:

	Trouvé.	Calculé.
Fe	34,17	34,35
Cl	43,50	43,55

» J'ai mesuré la chaleur de dissolution des deux hydrates.

» Les cristaux FeCl, 2HO dégagent, pour $1^{éq}$ dissous dans 500 H^2O^2, vers 20° :

$$+4^{Cal},27, \quad +4^{Cal},39, \quad +4^{Cal},41; \quad \text{moyenne}: +4^{Cal},36.$$

» Le chlorure effleuri a donné par équivalent dans les mêmes conditions : $+4^{Cal},29$, valeur très voisine.

» Le chlorure ordinaire FeCl, 4HO dégage, pour $1^{éq}$ dissous dans 300 H^2O^2, à la température de 17°,5 : $+1^{Cal},66$ [1].

» On en déduit les chaleurs d'hydratation :

	Cal
FeCl anhydre + 2HO = FeCl, 2HO, dégage (eau solide)	+ 3,46
Soit par équivalent d'eau	+ 1,73
FeCl, 2HO + 2HO = FeCl, 4HO, dégage (eau solide)	+ 1,26
Soit par équivalent d'eau	+ 0,63

[1] M. Thomsen a trouvé $+1^{Cal},4$ à une température moins élevée.

» La perte d'énergie est beaucoup plus grande, pour le premier degré d'hydratation.

» On voit donc que le chlorure ferreux se comporte, en présence de l'acide chlorhydrique concentré, comme les chlorures des métaux voisins récemment étudiés par M. Ditte : il n'en sera pas de même du perchlorure.

» II. *Chlorures ferriques.* — Le perchlorure de fer forme deux hydrates bien définis, dont j'ai vérifié la composition.

» Une solution concentrée, évaporée lentement à froid, fournit d'abord des rognons cristallins hémisphériques radiés jaune-citron, très durs et déliquescents, $Fe^2Cl^3, 12HO$, qu'on peut obtenir aussi en tables rhombiques jaunes opaques. Leur analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé.
Fe	21,1	20,75
Cl	39,9	39,5

» Abandonnés dans le vide sec, ils se liquéfient de nouveau en un liquide brun, qui finit par donner des cristaux volumineux translucides rouge foncé excessivement déliquescents, $Fe^2Cl^3, 5HO$. Ce liquide singulier se solidifie, soit qu'on lui ajoute de l'eau, soit qu'on lui en enlève.

» L'analyse des cristaux qui précèdent a donné :

	Trouvé.	Calculé.
Fe	51,4	51,3
Cl	27,1	26,9

» L'hydrate $Fe^2Cl^3, 5HO$ dégage, pour $1^{éq}$ dissous dans $1200H^2O^2$, à la température de 18° :

$$+20^{Cal},7, \quad +21^{Cal},5, \quad +20^{Cal},8; \quad \text{moyenne} : +21^{Cal},0.$$

» Le composé $Fe^2Cl^3, 12HO$ a dégagé, pour $1^{éq}$ dissous dans $1200H^2O^2$, à 20°,8 :

$$+5^{Cal},74, \quad +5^{Cal},52, \quad +5^{Cal},66; \quad \text{moyenne} : +5^{Cal},64.$$

» On connaît la chaleur de dissolution du chlorure ferrique anhydre, $+31^{Cal},7$; il est facile d'en déduire les chaleurs d'hydratation :

	Cal
Fe^2Cl^3 anhydre $+ 5HO = Fe^2Cl^3, 5HO$, dégage (eau solide)	+ 7,1
Soit par équivalent d'eau	+ 1,42
$Fe^2Cl^3, 5HO + 7HO = Fe^2Cl^3, 12HO$, dégage (eau solide)	+10,36
Soit par équivalent d'eau	+ 1,48

» Ici, contrairement à ce qui se passe en général, la chaleur dégagée par les équivalents d'eau successifs est sensiblement constante; elle semble même être un peu plus grande avec le premier hydrate qu'avec le corps anhydre.

» III. *Chlorhydrate de chlorure ferrique.* — Si l'on dirige sur des cristaux secs $Fe^2Cl^3, 5HO$ un courant de gaz chlorhydrique sec, celui-ci est absorbé avec dégagement de chaleur; la masse se liquéfie et donne un liquide homogène d'abord rouge brun, puis d'un jaune verdâtre quand la saturation est opérée.

» Ce liquide, porté dans un mélange réfrigérant, se remplit de lamelles translucides rectangulaires jaunâtres, qui disparaissent quand on ramène à la température ordinaire. C'est un chlorhydrate de chlorure ferrique.

» La liqueur, abandonnée sous une cloche en présence de la potasse, perd tout son acide chlorhydrique et se prend en une masse formée des cristaux primitifs $Fe^2Cl^3, 5HO$. Je n'ai pu, jusqu'à ce moment, isoler et analyser le chlorhydrate, qui est l'analogue des chlorhydrates si bien étudiés par M. Berthelot et par M. Ditte. L'accroissement de solubilité, en présence de l'acide, suffirait pour indiquer son existence dans les solutions concentrées acides. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les oxychlorures de strontium et de baryum.* Note de **M. André**, présentée par M. Berthelot.

« En poursuivant mes recherches sur les oxychlorures des métaux alcalino-terreux (voir *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1452), j'ai obtenu les oxychlorures de strontium et de baryum, non encore décrits et qui semblent devoir jouer quelque rôle dans la décomposition des chlorures par la vapeur d'eau, en raison de leur grande chaleur de formation et de leur état de dissociation.

» 1. J'ai préparé l'oxychlorure de strontium cristallisé en faisant bouillir une solution très concentrée de chlorure de strontium cristallisé avec de la strontiane caustique. Par refroidissement de la liqueur filtrée, il se dépose des lamelles nacrées très facilement décomposables par l'eau et l'alcool, lesquelles, séchées dans du papier, présentent sensiblement la composition

$$SrCl, SrO, 9HO.$$

	Résultats trouvés.	Résultats calculés.
Cl	16,71	16,74
SrO	20,59	20,63
SrO	23,715	24,41
HO	38,985	38,22
	100,000	100,00

» J'ai mesuré la chaleur de formation de ce composé en le dissolvant dans HCl :

$$SrCl, SrO, 9HO + HCl \text{ (étendu) dégage} \ldots + 8^{Cal},36.$$

» Il est facile de calculer, dès lors, la chaleur de formation à partir du chlorure de strontium et de la strontiane anhydre, à l'aide des données connues.

$$SrCl + SrO + 9HO \text{ (liquide) dégage} \ldots\ldots + 24^{Cal},44$$
$$\text{»} \quad + 9HO \text{ (solide)} \quad \text{»} \ldots\ldots + 18^{Cal},01$$

donc

$$SrCl, 6HO + SrO, 10HO = SrCl, SrO, 9HO + 7HO \text{ dégage} \ldots + 5^{Cal},84$$

» Desséché dans le vide, ce composé perd 34,19 pour 100 d'eau; sa formule est alors

$$SrCl, SrO, HO.$$

Sa chaleur de formation est la suivante :

$$SrCl \text{ (solide)} + SrO \text{ (solide)} + HO \text{ (liquide) dégage} \ldots + 13^{Cal},14$$
$$SrCl + SrO + HO \text{ (solide) dégage} \ldots\ldots + 12^{Cal},425$$

donc

$$SrCl + SrO, HO = SrCl, SrO, HO \text{ dégage} \ldots\ldots + 5^{Cal},24$$

» 2. J'ai obtenu l'oxychlorure de baryum cristallisé en chauffant dans un ballon 500gr d'eau, 200gr de chlorure de baryum cristallisé et 60gr de baryte caustique. Après une courte ébullition, j'ai filtré. Vers 60° j'ai vu apparaître à la surface du liquide et sur quelques points de la paroi du vase des lamelles nacrées semblables à celles de l'oxychlorure de strontium; vers 50° le ballon en était rempli. J'ai fait écouler l'eau mère retenant un excès de baryte et j'ai séché ces lamelles dans du papier. Comme celles du corps précédent, elles sont très altérables par l'eau et l'alcool.

» Leur analyse correspond assez bien à un oxychlorure contenant un excès de baryte et dont la formule serait

$$BaCl, BaO, 8HO + (\tfrac{1}{10}BaO, 10HO),$$

	Résultats trouvés.	Résultats calculés.
Cl	12,915	13,19
Ba	24,92	25,44
BaO	32,31	31,27
HO	29,855	30,10
	100,000	100,00

» Ce corps, que j'ai obtenu à plusieurs reprises et avec la même composition, est-il un simple mélange d'un oxychlorure à équivalents égaux avec de l'hydrate de baryte ou bien une véritable combinaison renfermant 10 BaCl pour 11 BaO? C'est ce que je ne saurais décider, malgré l'apparence homogène du produit.

» J'ai mesuré, comme précédemment, sa chaleur de formation. Le nombre que je donne représente la chaleur de combinaison de l'oxychlorure BaCl, BaO, 8HO, déduction faite de la chaleur de dissolution de $\frac{1}{10}$ d'équivalent de baryte hydratée supposée libre :

BaCl, BaO, 8HO + HCl étendu dégage .... $+ 9^{Cal},84$

dès lors

BaCl sec + BaO anhydre + 8HO liquide dégage............ $+18^{Cal},81$
» » + 8HO solide, » .... $+13^{Cal},09$

donc

BaCl, 2HO + BaO, 10HO = BaCl, BaO, 8HO + 4HO dégage.. $+ 3^{Cal},01$

» Cet oxychlorure, desséché dans le vide, m'a fourni un corps dont la formule est voisine de BaCl, BaO, 3HO + ($\frac{1}{10}$ BaO, HO).

	Résultats trouvé.	Résultats calculé.
Cl	15,97	16,43
Ba	30,81	31,70
BaO	40,24	38,95
HO	12,98	12,92
	100,00	100,00

» En regardant l'excès de baryte comme mêlé mécaniquement à l'oxychlorure et calculant comme plus haut, j'ai trouvé pour la chaleur de combinaison

BaCl solide + BaO solide + 3HO liquide dégage... $+13^{Cal},21$
» » + 3HO solide dégage.... $+11^{Cal},07$

donc

BaCl, 2HO + BaO, HO = BaCl, BaO, 3HO dégage. $+ 3^{Cal},11$

» On remarquera que la chaleur de formation de l'oxychlorure de strontium dépasse celle de l'oxychlorure de baryum : la strontiane a donc une plus grande tendance à former un oxychlorure que la baryte. Cette tendance est encore bien plus marquée dans la chaux, qui forme un oxychlorure plus basique avec un dégagement de chaleur plus considérable encore.

» La tendance de la base hydratée à se séparer de l'acide chlorhydrique s'accentue ainsi de plus en plus dans la série des bases alcalino-terreuses, en raison de la tendance à former des oxychlorures avec un dégagement de chaleur de plus en plus considérable. »

CHIMIE. — *Recherches expérimentales sur la décomposition du picrate de potasse; analyse des produits.* Note de MM. **Sarrau** et **Vieille**, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons fait connaître dans une précédente Communication ([1]) la nature et le volume des gaz formés par l'explosion en vase clos de divers explosifs.

» Nous avons signalé pour le coton-poudre les variations que subit la réaction de décomposition lorsqu'on fait déflagrer dans une même capacité close des poids croissants de matière, de façon à faire varier la densité moyenne des produits.

» La même étude, appliquée au picrate de potasse, nous a fourni des résultats analogues.

» *Composition des gaz.* — La composition des gaz et leur volume à la température de 0° et sous la pression normale, dans les diverses conditions de chargement sont indiqués dans le Tableau suivant :

	Densité moyenne des produits		
	0,023.	0,3.	0,5.
Acide cyanhydrique (cyanhydrate d'ammoniaque)...	1,98	0,32	0,31
Acide carbonique..........................	10,56	13,37	20,48
Oxyde de carbone..........................	62,10	59,42	50,88
Gaz des marais............................	0,17	2,38	5,39
» hydrogène...............................	10,31	6,77	2,68
» azote...................................	16,88	17,74	18,26
Volume des gaz, 0,760 par kilogramme...........	$574^{\text{lit}},1$	$557^{\text{lit}},9$	»

([1]) *Comptes rendus*, séance du 10 mai 1880.

» L'acide cyanhydrique a été dosé dans des expériences spéciales par le procédé Fordos et Gelis, en faisant passer la totalité des gaz dans un barboteur Schlœsing (modification Reiset). Les autres produits ont été dosés par les absorbants habituels (CO^2CO) et par combustion (C^2H^4H).

» On observe dans ce Tableau, comme dans celui qui a été présenté à l'occasion du coton-poudre, la transformation sous pression croissante de l'oxyde de carbone en acide carbonique aux dépens de la vapeur d'eau; mais l'hydrogène mis en liberté passe à l'état de gaz des marais. Cette réaction était déjà nettement appréciable dans nos expériences sur le coton-poudre, mais elle n'était que secondaire; les variations dans le taux de gaz des marais, ne portant que sur les millièmes, n'empêchaient pas la proportion d'hydrogène de devenir croissante.

» *Résidu solide.* — Le résidu solide présente également, suivant les conditions de chargement, certaines modifications. Il est formé de carbonate de potasse, de cyanure de potassium en proportion considérable et renferme de petites quantités de charbon atteignant $\frac{1}{1000}$ en poids environ sous les fortes pressions.

» La proportion de potasse transformée en cyanure dans le résidu, pour les divers essais, est donnée par le Tableau ci-joint :

	Densité moyenne des produits		
	0,23.	0,3.	0,5.
Proportion de potasse transformée en cyanure, pour 100	29,8	34,7	24,3
Aspect du résidu	légèrement charbonneux.	blanc.	charbonneux.

» Les expériences faites à la densité de 0,5 sont à peu près représentées par l'équation

$$8C^{12}H^2K(AzO^4)^3O^2$$
$$= 2KCy + 6CO^2KO + 21CO^2 + 52CO + 22Az + 3C^2H^4 + 4H + 7C;$$

mais les chiffres donnés plus haut montrent qu'il y a tendance au remplacement des trois derniers termes par

$$4C^2H^4 + 5C. »$$

CHIMIE. — *Sur le décipium et le samarium*. Note de M. **Delafontaine**.

« En 1878, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie (séance du 28 octobre) la découverte d'un métal nouveau de la samarskite, le décipium. A cette date, je fixai l'équivalent de la décipine à 122 environ, et j'en décrivis le spectre d'absorption. Depuis lors, l'orientation défectueuse de mes fenêtres et d'autres obstacles matériels me firent laisser presque entièrement de côté les observations spectroscopiques, et je dus me borner à l'étude chimique du décipium.

» Sans ces difficultés, les faits qui vont être consignés dans cette Note se seraient révélés à moi beaucoup plus tôt.

» En soumettant ceux des sulfates doubles terrososodiques de la samarskite qui sont le moins solubles dans le sel de Glauber à des lavages méthodiques à l'eau froide, j'ai obtenu des séparations qui montrent que ma décipine de 1878 était en réalité un mélange de deux oxydes nouveaux, l'un à équivalent égal à 130 environ, l'autre à équivalent notablement plus bas : le premier ne me paraît pas donner de spectre d'absorption; le second donne celui que j'ai décrit il y a plus de deux ans.

» Aucun chimiste n'a fait connaître ces faits avant moi. A la vérité, M. Lecoq a annoncé plus tard la découverte du samarium, mais ce savant n'a eu entre les mains qu'un mélange comme le mien. Je me crois donc en droit de nommer ces deux éléments nouveaux.

» Comme dans mon Mémoire publié dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles* de mars 1880, je retiendrai le nom de *décipium* pour le radical de la terre qui a un équivalent égal à 130 environ. Il n'y a à retrancher de ce Mémoire que le paragraphe consacré au spectre d'absorption. En effet, aujourd'hui comme il y a un an, le sulfate sec de décipium donne 61, 4 pour 100 de terre (moyenne de quatre analyses faites sur des quantités comprises entre $2^{gr},5$ et 8^{gr}), trois analyses d'acétate donnent 45,03 et deux de formiate 63,56 pour 100 de base. Les sels sont incolores et leur solubilité est identique.

» Pour mieux utiliser la bonne description du spectre d'absorption de l'autre métal publiée par M. Lecoq, je proposerai de lui transférer le nom de *samarium*. L'équivalent de la samarine ne dépasse pas 117; il est probablement plus bas que ce nombre; à concentration égale, sa dissolution donne des bandes d'absorption plus intenses que ne le faisait l'échantillon original de 1878, dont l'équivalent était 122.

» En mai 1880, M. Marignac a signalé deux terres de la samarskite; il désigne l'une par Y_α et l'autre par Y_β. Cette dernière, à laquelle le savant génevois attribue l'équivalent 115, me paraît identique à la samarine. Quant à la première ($Y_\alpha = 120,5$), on pourrait supposer qu'elle est un mélange de décipine et de terbine; j'en ai quelques grammes, mais l'étude n'en est pas assez avancée pour affirmer que ce n'est pas une espèce distincte. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du peroxyde de plomb sur les iodures alcalins.* Note de M. **A. Ditte.**

« L'hydrate de bioxyde de plomb décompose une dissolution, si étendue qu'elle soit, d'iodure de potassium; de l'iode est mis en liberté, et au bout de quelques heures on voit apparaître de belles aiguilles blanches et brillantes, dont le nombre va en augmentant peu à peu. Ce sont des cristaux de l'oxyiodure $2(PbI, PbO)HO$, que nous avons obtenus déjà par l'action du protoxyde de plomb sur l'iodure de potassium. On peut regarder la réaction comme composée de deux phases :

» 1° Décomposition de l'iodure de potassium par le peroxyde de plomb avec formation de potasse et de protoxyde de plomb :

$$PbO^2, 3HO\,\text{sol.} + KI\,\text{diss.} = PbO, HO\,\text{sol.} + KOHO\,\text{diss.} + HO + I.$$

Comme la formation de la potasse dissoute dégage $7^{Cal},6$ de plus que celle de l'iodure de potassium (*Mécanique chimique*, t. I, p. 376-380), il suffit, pour que la réaction soit possible, en vertu de la loi du travail maximum, que la chaleur dégagée quand l'hydrate de protoxyde de plomb se transforme en hydrate de peroxyde soit inférieure à $7^{Cal},6$.

» 2° Action de l'hydrate de protoxyde de plomb sur l'iodure de potassium, réaction que nous avons précédemment étudiée (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 1454).

» Il ne se passe rien autre quand on opère à l'abri de l'air; mais, si le vase dans lequel la réaction s'effectue est librement ouvert dans l'atmosphère, il se forme du carbonate de potasse dans la liqueur, et les phénomènes deviennent plus complexes. On observe tout d'abord que le mélange de bioxyde de plomb et d'iodure de potassium exposé à l'air se transforme plus rapidement en cristaux qu'il ne le fait en vase clos, et les aiguilles blanches, légèrement jaunâtres, qui se produisent dans ces circonstances

ne sont plus de l'oxyiodure de plomb pur, mais bien un composé répondant à la formule $PbI, PbO, CO^2KO, 2HO$. Ce composé perd son eau quand on le chauffe, puis il fond en un liquide brun qui donne une masse jaune par le refroidissement; les acides étendus en dégagent de l'acide carbonique, dissolvent de l'oxyde de plomb et laissent un résidu moins soluble d'iodure de plomb.

» Ces cristaux, qui se forment très lentement dans les conditions que nous venons d'indiquer, peuvent être rapidement obtenus : il suffit pour cela de faire passer dans le mélange d'iodure de potassium et de peroxyde de plomb quelques bulles d'acide carbonique, ou bien d'ajouter à la liqueur quelques gouttes de bicarbonate de potasse; les aiguilles blanches du composé $PbI, PbO\,CO^2KO, 2HO$ se déposent au bout de quelques instants; mais il faut prendre garde à ne pas ajouter trop d'acide carbonique ou de bicarbonate : on pourrait alors obtenir un autre sel, bien cristallisé comme le précédent, mais riche en acide carbonique et répondant à la formule

$$2(PbI, PbO)3(CO^2KO), 2HO.$$

» Lorsqu'on fait passer dans le mélange de bioxyde de plomb et d'iodure de potassium renfermant un excès de ce dernier sel un courant d'acide carbonique, de l'iode est mis en liberté, et bientôt tout le peroxyde de plomb est transformé en belles aiguilles brillantes; celles-ci sont ou bien l'iodure double de plomb et de potassium $PbI, KI, 4HO$, ou bien, quand la dissolution contient des proportions convenables d'iodure de potassium et de bicarbonate de potasse, un nouveau composé $PbI, KI, CO^2KO, 3KO$; l'eau décompose ce dernier, comme elle détruit l'iodure double; les acides étendus en dégagent de l'acide carbonique, dissolvent de l'oxyde de plomb et laissent un résidu d'iodure.

» Si, au lieu d'opérer en présence d'un excès d'iodure de potassium, le peroxyde de plomb agit sur ce sel mélangé de bicarbonate de potasse en excès, la transformation est rapide; il se sépare encore de l'iode, mais, au lieu des aiguilles précédemment décrites, on obtient une poudre cristallisée, formée d'un carbonate double $2(PbO\,CO^2)KO\,CO^2$, qui se produit toujours en présence d'un excès de bicarbonate alcalin, et en lequel se transforment tous les autres composés cités plus haut, quand on les met en contact avec une quantité suffisante de ce carbonate.

» Connaissant ces différents composés, ainsi que les circonstances dans lesquelles ils prennent naissance ou se détruisent, il devient possible d'analyser ce qui se passe quand le bioxyde de plomb agit sur l'iodure de

potassium au contact de l'air ou de l'acide carbonique. Tout d'abord il se sépare de l'iode, et il se produit de la potasse et de l'oxyde de plomb qu'un courant d'acide carbonique transforme en bicarbonates. Si la liqueur renferme très peu d'iodure alcalin, le carbonate de potasse empêchera la décomposition de celui de plomb par l'iodure, et le précipité ne contiendra que du carbonate de plomb.

» Si la dissolution est assez riche en iodure de potassium, de l'iodure de plomb se produira (nous avons examiné précédemment les conditions dans lesquelles il peut se former par l'action du carbonate de plomb sur un iodure alcalin). On voit donc déjà que, étant donnée une solution d'iodure de potassium à un certain titre, les composés formés varieront avec la quantité de peroxyde de plomb qu'on y introduira, c'est-à-dire avec les proportions d'iodure alcalin demeurant non décomposé et de bicarbonate de potasse formé. Avec une même liqueur initiale et suivant le poids de peroxyde de plomb ajouté, on pourra donc obtenir du carbonate, de l'iodure de plomb ou un mélange de ces deux sels.

» Admettons que la formation de l'iodure de plomb soit possible, nous verrons alors se produire les combinaisons de l'oxyiodure relativement très stable PbI, PbO avec le carbonate de potasse, et, selon la proportion de bicarbonate contenue dans la liqueur, il se formera le composé

$$\mathrm{PbI, PbO, CO^2KO, 2HO,}$$

ou celui qui est plus riche en acide carbonique

$$\mathrm{2(PbI, PbO), 3(CO^2KO), 2HO.}$$

Si l'iodure de potassium qui reste libre est en quantité suffisante pour permettre la production de l'iodure double PbI, KI, 4HO, celui-ci prendra naissance et, suivant la quantité d'iodure alcalin libre, on pourra avoir des mélanges des sels précédents avec l'iodure double, ou bien celui-ci demeurera seul. Enfin, si les quantités respectives d'iodure et de bicarbonate alcalins correspondent à l'équilibre duquel résulte le composé

$$\mathrm{KI, PbI, CO^2KO, 3HO,}$$

c'est lui qu'on obtiendra comme produit définitif de la réaction.

» On comprend en outre que, si, les autres circonstances restant les mêmes, on élève la température de la liqueur, tout se passe comme si l'on diminuait la proportion d'iodure de potassium qu'elle renferme ou comme si l'on augmentait sa teneur en carbonate alcalin. Si donc, après avoir ob-

tenu, par exemple, le composé KI, PbI, CO^2KO, 3HO, on échauffe peu à peu la dissolution dans laquelle il se trouve, on reproduira en sens inverse les phénomènes que nous venons de signaler, pour aboutir en dernière analyse au composé qui se produit toujours en présence d'un excès de bicarbonate de potasse, c'est-à-dire au carbonate double $2(CO^2PbO), CO^2KO$.

» On peut, dans toutes ces opérations, remplacer l'iodure de potassium par celui de sodium; on obtient des résultats tout à fait semblables, avec formation de combinaisons analogues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers de la morphine considérée comme phénol.* Note de M. E. **Grimaux**.

« J'ai annoncé, dans un premier Mémoire, que la morphine présente un caractère phénolique et peut fournir des éthers au même titre que le phénol, et j'ai décrit deux dérivés : l'éther méthylique identique avec la codéine, et l'éther éthylique ou *codéthyline*.

» J'ai essayé depuis l'action de divers chlorures, bromures et iodures alcooliques ou de corps analogues, et j'ai constaté, comme il était facile à prévoir, que la réaction est générale.

» L'iodure de propyle, l'iodure d'allyle, l'épichlorhydrine, le bromure d'éthylène réagissent facilement sur la morphine sodée dans les mêmes conditions que l'iodure d'éthyle, en fournissant de nouvelles bases, parmi lesquelles j'ai isolé et analysé le dérivé éthylénique.

» Pour le préparer, on dissout la morphine dans l'alcool sodé, on ajoute un poids égal de bromure d'éthylène et l'on chauffe pendant une heure au réfrigérant ascendant. La fin de la réaction est indiquée par l'action de la liqueur sur le papier rouge de tournesol, qui n'est plus que faiblement coloré en bleu. On évapore à siccité au bain-marie, on reprend le résidu à chaud par de l'eau acidulée d'acide chlorhydrique et on précipite par la potasse.

» La nouvelle base se sépare sous la forme d'une matière résineuse qui s'agglomère par l'agitation et qui durcit par des lavages à l'eau froide.

» On l'obtient cristallisée en la dissolvant dans environ trois fois son poids d'alcool bouillant, ajoutant un égal volume d'eau et faisant bouillir avec du noir animal. Les cristaux se déposent après quelques heures; on les décolore complètement par une seconde cristallisation dans les mêmes conditions.

» La nouvelle base résulte de l'action de 1^{mol} de bromure d'éthylène sur 2^{mol} de morphine sodée; elle représente le dérivé éthylénique de la morphine

$$C^{36}H^{40}Az^2O^6 = (C^{17}H^{18}AzO^3)^2C^2H^4,$$

ou *dicodéthine*.

» Elle cristallise en petites aiguilles légères, blanches, insolubles dans l'éther, facilement solubles dans l'alcool.

» Par l'action de la chaleur, elle noircit et se décompose sans fondre au-dessus de 200°. L'acide sulfurique ne la colore pas; chauffée à 20° avec de l'acide sulfurique additionné de chlorure ferrique, elle se colore en bleu. Cette réaction, indiquée par M. Hesse pour la codéine, appartient également à la codéthyline; elle paraît être commune à tous les éthers de la morphine.

» Le *chlorhydrate de dicodéthine* est très soluble dans l'eau et cristallise facilement en petits prismes durs, incolores.

» J'ai obtenu aussi une base solide dont je n'ai pas jugé utile de poursuivre l'étude, en traitant la morphine sodée par l'acétochlorhydrine méthylénique $CH^2 \langle {Cl \atop OC^2H^3O}$, décrite par M. Henry.

» Après avoir chauffé la morphine sodée avec cette acétochlorhydrine, on évapore à siccité, on reprend par l'acide chlorhydrique. La solution n'est précipitée ni par la potasse, ni par l'ammoniaque; avec le carbonate de soude, on obtient un précipité soluble dans l'éther, et qui se sépare de la solution éthérée, sous l'aspect d'une matière gommeuse se desséchant peu à peu en une masse dure, qui constitue l'*acétyl-oxycodéine*

$$C^{17}H^{18}AzO^3\text{-}CH^2\text{-}OC^2H^3O.$$

Cette base est peu stable; par ébullition avec l'eau, elle se détruit en régénérant de la morphine, de l'aldéhyde formique et de l'acide acétique.

» L'acide sulfurique à froid la dissout en se colorant en un pourpre foncé, rappelant la couleur des solutions concentrées de permanganate de potassium. Je reviendrai plus tard sur la nature de cette réaction.

» On peut donc obtenir, comme je l'avais annoncé, un nombre infini de bases nouvelles par l'action des iodures alcooliques sur la morphine sodée. Mon élève et ami M. Adam s'occupe en ce moment de l'étude de la *codamyline*, dérivée de l'iodure d'amyle. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les monamines tertiaires; III : Action de la triéthylamine sur les éthers à hydracides des alcools secondaires et tertiaires.* Note de M. É. REBOUL, présentée par M. Wurtz.

« Les faits que j'ai publiés tout récemment ([1]) touchant l'action de la triéthylamine sur les divers propylènes bromés m'ont tout naturellement conduit à examiner cette action sur les éthers bromhydriques ou iodhydriques des alcools secondaires et tertiaires, qui contiennent leur atome de brome ou d'iode substitué à H dans un chaînon CH^2 pour les premiers, et CH pour les seconds. La perte que je prévoyais du brome ou de l'iode à l'état de bromhydrate ou d'iodhydrate de triéthylamine, ainsi que la formation d'un carbure éthylénique correspondant, se sont trouvées confirmées par l'expérience.

» 1. *Action sur l'iodure d'isopropyle.* — Comme éther à hydracide d'alcool secondaire, j'ai choisi l'iodure d'isopropyle bouillant à 91°-92°.

» La triéthylamine n'agit, à froid, qu'avec une lenteur extrême sur l'iodure $CH^3-CHI-CH^3$. A la température 100°, en vase clos, l'attaque marche un peu plus vite, et si l'on prolonge suffisamment l'action il est aisé de constater la formation d'iodhydrate de triéthylamine, qui se sépare à l'état cristallisé, et de gaz propylène. L'iodhydrate de triéthylamine a été caractérisé par son analyse et par la triéthylamine bouillant à 90°-91°, qu'il abandonne lorsqu'on lui ajoute une solution aqueuse concentrée de potasse. Quant au propylène, il a été transformé en bromure. La réaction est représentée par l'équation

$$(\alpha)\quad \underbrace{CH^3-CHI-CH^3}_{\text{Iodure d'isopropyle.}} + \underbrace{Az(C^2H^5)^3}_{\text{Triéthylamine.}} = \underbrace{Az(C^2H^5)^3,HI}_{\text{Iodhydrate de triéthylamine.}} + \underbrace{CH^3-CH=CH^2}_{\text{Propylène.}}$$

Éther éthylisoproprlique. — Si l'on opère en présence de l'alcool absolu, outre le dédoublement précédent, on en obtient un autre concomitant et dans lequel l'alcool ajouté intervient. Deux volumes de triéthylamine, un volume d'iodure d'isopropyle et quatre volumes d'alcool absolu, introduits dans un tube en verre qu'on scelle à la lampe, sont chauffés pendant douze heures à 100°. Après refroidissement, très beaux cristaux d'iodhydrate

([1]) *Comptes rendus*, séance du 13 juin 1881.

de la base tertiaire. Le tube étant plongé dans un mélange réfrigérant, tout se prend en une masse cristalline d'iodhydrate, et en cassant la pointe du tube on ne constate qu'une pression assez notable, mais non accompagnée de projections. En ajoutant de l'eau froide, ou en chauffant peu à peu, vive effervescence de gaz propylène facile à recueillir et à transformer en bromure. En distillant au bain d'eau bouillante et en agitant le produit distillé avec un excès d'acide chlorhydrique étendu pour enlever la triéthylamine restée en excès, il reste une couche légère, qui, séparée, lavée, séchée et rectifiée, constitue un liquide mobile, léger et bouillant à 47°-48°. Il exhale une odeur éthérée qui se rapproche beaucoup de celle de l'éther ordinaire. C'est l'éther éthylisopropylique engendré suivant l'équation

$$\underbrace{\begin{matrix} CH^3 \\ | \\ CHI \\ | \\ CH^3 \end{matrix}}_{\text{Iodure d'isopropyle.}} + \underbrace{H-O-C^2H^5}_{\text{Alcool.}} = \underbrace{\begin{matrix} CH^3 \\ | \\ CH - O - C^2H^5 \\ | \\ CH^3 \end{matrix}}_{\text{Éther éthylisopropylique.}} + HI$$

» Ainsi, avec l'alcool, l'iodure d'isopropyle et la triéthylamine se dédoublent à la fois suivant les égalités (α) et (β). Les proportions respectives des produits relatifs à chacun de ces dédoublements varient d'ailleurs avec la température. C'est ainsi, par exemple, qu'en chauffant pendant quatre heures, à 150°, le mélange ainsi indiqué, le dédoublement (α) s'annule pour ainsi dire devant le dédoublement (β), et qu'on obtient, dans ces conditions, beaucoup d'éther isopropylique et peu de propylène, tandis que c'est le contraire qui a lieu à 100°.

» 2. *Action sur le bromure de pseudobutyle.* — Comme éther à hydracide d'alcool tertiaire, j'ai pris le bromure de pseudobutyle ou éther bromhydrique du triméthylcarbinol.

» Il n'a pas, que je sache, été décrit, mais on peut se le procurer aisément en faisant tomber goutte à goutte une molécule de triméthylcarbinol sur une molécule de perbromure de phosphore. Il se dégage beaucoup d'acide bromhydrique; on cohobe et l'on distille à moitié. Le produit distillé débarrassé de l'oxybromure et de l'acide HBr qu'il contient, d'abord par l'eau, puis par agitation avec une solution aqueuse de potasse, est séché et rectifié. Il se résout à peu près intégralement en liquide dense incolore, distillant sans altération à 73°-74°. C'est le bromure $\begin{matrix} CH^3 \searrow \\ CH^3 - CBr. \\ CH \nearrow \end{matrix}$

» Ce bromure est attaqué sensiblement à froid par la triéthylamine. A 100° et en vase clos, l'action marche plus rapidement, et au bout de quatre à cinq heures de chauffe plus de la moitié du bromure est dédoublée en bromhydrate de triéthylamine et butylène.

$$(7)\qquad \begin{matrix} CH^3\diagdown \\ CH^3-CBr \\ CH^3\diagup \end{matrix} + Az(C^2H^5)^3 = Az(C^2H^5)^3, HBr + \underbrace{\begin{matrix} CH^2\diagdown\!\!\diagdown \\ CH^3-C \\ CH^3\diagup \end{matrix}}_{\text{Butylène.}}$$

» Le bromhydrate de triéthylamine a été caractérisé par son analyse et ses propriétés. Quant au gaz, il est totalement absorbé par le brome et transformé en bromure de butylène.

Ether éthylpseudobutylique. — Si l'on opère en présence de l'alcool, la décomposition marche beaucoup plus vite, et, comme pour l'iodure d'isopropyle, deux réactions simultanées se produisent. Un volume de bromure de pseudobutyle, un volume et demi de triéthylamine et deux volumes et demi environ d'alcool absolu, après chauffage à 100° en tubes clos pendant une heure, sont à peu près complètement pris en une masse cristalline composée de fines aiguilles soyeuses. Pour être sûr d'être arrivé à une décomposition complète, on chauffe encore pendant quatre heures. On laisse refroidir et on plonge le tube pendant dix minutes dans un mélange réfrigérant. On ouvre et, en sortant le tube du mélange et le portant lentement jusqu'à 45°-50°, on constate un dégagement régulier et abondant du butylène, qu'on transforme en bromure. En distillant ensuite au bain d'eau bouillante, agitant le produit condensé avec HCl étendu, afin d'enlever la triéthylamine en excès, il reste une couche abondante surnageant la liqueur aqueuse, qu'on sépare, lave, sèche et distille. Cette couche se résout à peu près en entier en éther éthylpseudobutylique, bouillant vers 68°-69°, d'une odeur éthérée forte, rappelant à la fois celle des éthers allylique et amylique correspondants. Cet éther se forme aux dépens de l'alcool et du bromure de pseudobutyle d'après l'équation

$$\underbrace{\begin{matrix} CH^3\diagdown \\ CH^3-C\text{-}Br \\ CH^3\diagup \end{matrix}}_{\text{Bromure de pseudotubyle.}} + \underbrace{H\text{-}O\text{-}C^2H^5}_{\text{Alcool.}} = \underbrace{\begin{matrix} CH^3\diagdown \\ CH^3-C\text{-}O\text{-}C^2H^5 \\ CH^3\diagup \end{matrix}}_{\text{Éther éthylpseudobutylique.}} + HBr$$

l'acide bromhydrique étant pris par la triéthylamine.

» Il résulte de ces faits que, tandis que les éthers à hydracides des alcools

primaires se combinent purement et simplement avec la triéthylamine, comme l'a montré le premier M. Hofmann, pour former des bromures ou iodures d'ammoniums quaternaires, les composés correspondants des alcools secondaires et tertiaires, tout au moins leurs premiers termes, perdent dans les mêmes conditions leur brome ou leur iode à l'état d'acide HBr ou HI, qui s'unit à la triéthylamine, en fournissant en même temps le carbure diatomique résultant de cette soustraction effectuée aux dépens de l'éther haloïde quand on opère avec la triéthylamine seule. Mais, en présence de l'alcool, cette élimination se fait en partie aux dépens de l'éther haloïde seul, en partie aux dépens de ce corps et de l'alcool lui-même; les résidus se soudant alors, on obtient un éther mixte. Dans les deux cas, la triéthylamine enlève HBr ou HI, ce qui fournit un caractère différentiel très net entre les éthers à hydracides des alcools primaires et ceux des alcools secondaires ou tertiaires, caractère qui doit être très probablement indépendant de la monamine tertiaire employée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le camphre cyané.* Note de M. **A. Haller**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une Note présentée à l'Académie en 1878, j'ai donné la préparation de ce corps et ai indiqué ses principales propriétés. J'ai fait voir qu'en traitant par de la potasse on obtient un acide bibasique $C^{11}H^{18}O^4$, caractère qui permet de conclure que le camphre cyané, tout en possédant la fonction d'un nitrile, a conservé celle de camphre.

» Dans le but de transformer seulement la fonction nitrile en fonction acide, j'ai chauffé 2gr de ce corps pendant douze heures à une température de 100° avec 20gr d'acide chlorhydrique concentré. A l'ouverture des tubes, j'ai constaté une pression assez forte et un dégagement d'acide carbonique. Le liquide acide renfermait du chlorhydrate d'ammoniaque et tenait en suspension du camphre. La réaction se passe donc dans le sens prévu:

$$\underbrace{C^{10}H^{15}CAzO^2}_{\text{Camphre cyané.}} + HCl + H^2O = AzH^4Cl + \underbrace{C^{10}H^{16}CO^3}_{\text{Acide camphocarbonique.}}$$

» Mais ce dernier, à la température à laquelle on agit, se scinde en camphre et en acide carbonique. Il est donc identique à celui qu'a obtenu

M. Baubigny dans le traitement du camphre sodé par l'acide carbonique.

» Si l'on abandonne pendant quelque temps à elle-même une solution alcoolique de camphre cyané, elle ne tarde pas à se décomposer et à jaunir. De plus on y constate la présence d'acide cyanhydrique. Par évaporation de la liqueur on obtient un résidu jaune visqueux, dont une faible partie se dissout dans le carbonate de soude. La partie insoluble n'a pas encore été étudiée. La solution alcaline acidulée donne un précipité jaunâtre, visqueux, qui, redissous dans le carbonate de soude et reprécipité, possède tous les caractères de l'acide camphique de M. Berthelot. On a analysé le sel de cuivre.

» 0,3544 de sel desséché à 110° ont donné 0,0713 d'oxyde de cuivre :

	Trouvé	Calculé pour $(C^{10}H^{15}O^2)^2Cu$.
Cuivre............	15,78	15,97.

» Le camphre cyané en solution alcoolique se dédouble donc en partie en acide cyanhydrique et en acide camphique.

$$C^{10}H^{15}CHO + H^2O = C^{10}H^{16}O^2 + CAzH.$$

» Le même dédoublement se produit quand on ajoute à la solution alcoolique un peu de potasse. Avec les agents oxydants le camphre cyané perd encore les éléments de l'acide cyanhydrique et donne de l'acide camphorique. On l'a oxydé avec le permanganate de potasse en solution neutre et en solution alcaline, et avec le bichromate de potasse et l'acide sulfurique.

» On s'est arrêté à ce dernier mélange et l'on a chauffé, dans une cornue munie d'un réfrigérant ascendant, un mélange de 70 parties de bichromate, 120 parties d'acide sulfurique étendu de 500 parties d'eau, et 12 parties de camphre cyané, jusqu'à disparition complète de ce dernier.

» Il se dégage des torrents d'acide cyanhydrique au commencement de l'opération. Après refroidissement on agite la solution avec l'éther qui dissout l'acide camphorique. Cet acide purifié possède tous les caractères de l'acide camphorique ordinaire. Il fond à 174°-175° et possède un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +49°43'$.

» L'analyse a fourni les résultats suivants :

Matière..................	0,355
Acide carbonique...........	0,776
Eau.....................	0,268

ce qui fait en centièmes :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{10}H^{16}O^4$.
C	59,61	60,00
H	8,38	8,00

» La réaction peut se traduire de la façon suivante :

$$C^{10}H^{15}CAzO + H^2O + O^2 = C^{10}H^{16}O^4 + CAzH.$$

» Ce caractère du camphre cyané de céder facilement les éléments du cyanogène se poursuit dans ses dérivés substitués, comme je le démontrerai dans une Note que j'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie. »

CHIMIE. — *Sur la composition de l'hydrosulfite de soude et de l'acide hydrosulfureux.* Note de M. **A. Bernthsen**, présentée par M. Wurtz.

« Dans deux Notes présentées à la Société chimique de Berlin (¹), j'ai publié un extrait de mes recherches sur la composition de l'hydrosulfite de soude. Je crois avoir trouvé un moyen de constater avec certitude que la composition du sel n'est pas exprimée par la formule $NaHSO^2$, donnée par M. Schützenberger, mais par la suivante :

$$NaSO^2 \quad \text{ou} \quad Na^2S^2O^4$$

(en faisant abstraction de l'eau d'hydratation ou constitutionnelle dont la détermination n'est pas possible d'après ma méthode). L'acide anhydre hypothétique aurait donc pour formule

$$S^2O^3,$$

non SO, comme le pense M. Schützenberger.

» Dans une Note adressée à l'Académie il y a quelque temps, M. Schützenberger tend à maintenir la formule donnée par lui, en répétant les arguments de sa publication fondamentale et intéressante de 1869, et en les appuyant par de nouvelles déterminations. J'ai l'honneur de prier l'Académie de vouloir bien me permettre de répondre à l'argumentation présentée par M. Schützenberger et d'exposer les raisons qui m'ont conduit à la nouvelle formule. Il dit :

(¹) *Bulletin de la Société chimique de Berlin*, t. III, p. 2277; t. XIV, p. 438.

» 1. « Le sel renferme de l'hydrogène et des proportions de soufre et » de métal très voisines de celles du bisulfite. » Il dit lui-même ce que j'ai constaté de nouveau par des expériences nombreuses, qu'il n'était pas possible d'obtenir l'hydrosulfite de soude à l'état de pureté parfaite. Il n'est donc pas encore prouvé que l'hydrogène qui se dégage quand on chauffe provienne de l'hydrosulfite. Que la proportion du nombre d'atomes de S et de Na soit celle de 1:1, c'est en accord avec les *deux* formules $NaHSO^2$ et $Na^2S^2O^4(NaSO^2)$.

» 2. « L'hydrosulfite se forme par la réduction du bisulfite sous l'in- » fluence de l'hydrogène naissant. » « Il absorbe à froid, directement, » l'oxygène libre et redevient bisulfite. » Ces faits sont aussi en accord avec les *deux* formules; la différence entre $NaHSO^2$ et $Na^2S^2O^4$ se montrerait seulement dans la quantité d'oxygène exigée que M. Schützenberger n'a pas déterminée, tandis que je trouve qu'un atome d'oxygène suffit pour deux atomes de soufre (comme hydrosulfite), pour former le bisulfite ($S^2O^2 + O = 2SO^2$).

» 3. « Le pouvoir réducteur [sur $KMnO^4$ (1)] d'une solution d'acide » sulfureux est augmenté de moitié au bout de quinze minutes de contact » avec des copeaux de zinc (à l'abri de l'air); une solution de bisulfite » dont le pouvoir réducteur initial est 3, prend dans les mêmes conditions » un pouvoir réducteur égal à 4". » — « Ce résultat capital », dit M. Schützenberger, ne peut laisser aucun doute sur l'équation de la réaction. » Avec l'acide sulfureux on a

$$2SO^2 + Zn + H^2O = SO^3Zn + SO^2H^2;$$

» avec le bisulfite on a

$$3SO^3NaH + Zn = SO^3Zn + SO^3Na^2 + H^2Na + H^2O.$$

» Si, comme le veut M. Bernthsen, l'hydrosulfite était $S^2O^2Na^2$, on aurait

$$3SO^2 + Zn + H^2O = SO^3Zn + S^2O^4H^2,$$

» et, respectivement,

$$4SO^3NaH + Zn = SO^3Zn + SO^3Na^2 + S^2O^4Na^2 + 2H^2O;$$

» le pouvoir réducteur augmenterait du quart dans le cas du bisulfite et

(1) Voir *Annalen der Chemie*, Bd. 208, p. 180, 181, où je montre que la méthode de titrer avec le permanganate n'est pas exempte d'incertitude.

» du tiers dans le cas de l'acide sulfureux, et non du tiers et de la moitié, » comme je l'ai trouvé nettement et toujours. »

» Cependant, M. Schützenberger ne prouve pas ses équations. La première, $2SO^2 + Zn + H^2O = SO^3Zn + SO^2H^2$ n'est pas juste. Quand on opère avec précaution, il ne se forme presque pas de sulfite de zinc, et l'acide libre peut être constaté seulement dans le premier commencement de la réaction. La couleur jaune qui l'indique disparaît déjà en deux ou trois minutes; en effet, on sait que l'acide libre se décompose rapidement; mais la solution obtenue, bien bouchée, conserve son pouvoir réducteur pendant quelques jours, même pendant des semaines, et ne contient à peu près que de l'hyposulfite de zinc. Je suis en état, appuyé par mes analyses, d'exprimer la réaction de Zn sur SO^2 par l'équation suivante :

$$Zn + 2SO^2 = ZnS^2O^4,$$

dont le côté gauche exige 2^{at}, le côté droit 3^{at} de O pour former SO^4H^2. Quant à la seconde équation, par laquelle M. Schützenberger exprime l'action du zinc sur le *bisulfite*, elle n'est pas prouvée non plus. Pour trouver l'équation exacte, il faudrait déterminer d'abord la quantité des produits différents dont la composition *devrait être* déjà *connue* ([1]).

» Après avoir montré que les arguments de mon contradicteur ne prouvent rien contre ma nouvelle formule, j'ai l'honneur d'indiquer en peu de mots comment je crois l'avoir trouvée.

» On prépare une solution de l'hydrosulfite de soude par l'action du zinc sur le bisulfite et l'on ajoute un excès de chlorure de baryum. Alors la solution ne contient que des hydrosulfites et chlorures de Ba, Zn et Na comme sels neutres.

» 1. Une partie de cette solution est oxydée par de l'iode, et l'acide sulfurique formé est déterminé. Dans une autre partie, on détermine la quantité d'iode qui est nécessaire pour cette oxydation à l'abri de l'air dans une solution très diluée. Il se trouve qu'*un atome de soufre* (comme hydrosulfite) est oxydé à l'état d'acide sulfurique par *trois atomes d'iode* (pas quatre).

» 2. La solution ammoniacale du sulfate de cuivre est réduite par l'hydrosulfite de soude en protoxyde de cuivre, tandis que l'hydrosulfite se transforme en sulfite; par une titration soigneuse (à l'aide de la nouvelle indication d'indigo, que j'ai proposée), on trouve qu'*une* molécule

---

([1]) Voir *Annalen der Chemie*, Bd. 208, p. 142.

$CuSO^4 + 5Aq$ est exigée pour *un atome de soufre* (comme hydrosulfite). La formule de M. Schützenberger en exigerait *deux* molécules.

» Les deux méthodes montrent que l'acide hydrosulfureux anhydre possède la formule S^2O^3.

» 3. Par détermination indirecte on prouve qu'*un* atome de *soufre* (comme hydrosulfite) correspond à *un* atome de *sodium* (non combiné au chlore). Cela donne la formule $S^2O^3 + Na^2O$ égale à $S^2O^4Na^2$ ou SO^2Na.

» La description particulière des méthodes, les analyses et une quantité d'autres recherches sur l'analyse et la préparation de l'hydrosulfite se trouveront dans *Liebig's Annalen der Chemie*, Band **208**, p. 142, où je donnerai aussi une réponse plus détaillée aux arguments de M. Schützenberger. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Deux faits relatifs au décilène* (*essence de térébenthine*). Note de M. **E.-J. Maumené.**

« 1° L'acide SO^3HO peut être mêlé à poids égal avec l'hydrocarbure refroidi à 0°, et mis en mouvement dans mon appareil (*Théorie générale*, p. 5). Le mélange peut être obtenu incolore; si on le laisse revenir à la température ordinaire, il ne manifeste plus d'action vive : il faut le chauffer non seulement au bain d'eau, où ne se produit aucune action, mais au bain de sable [même dans un bain de $CaCl(HO)^6$ on n'obtient rien, que la coloration].

» En deux ou trois heures on recueille péniblement quelques grammes de décilène ($C^{20}H^{14}$), 26gr quand on emploie 200gr de $C^{20}H^{16}$. Tout le reste, devenu noir et épais, se boursoufle et force d'arrêter le chauffage. L'hydrocarbure purifié bout à 171° très régulièrement; la masse noire est évidemment un produit de polymérisation.

» Tous ces détails sont expliqués et avaient été prévus par la théorie.

$$(a)\quad \left\{\begin{array}{l} n = \frac{136}{49} = 2,77, \text{ soit } \frac{11}{4}, \\ 11SO^3HO + 4C^{20}H^{16} = (C^{20}H^{16})^4(SO^3HO)^{11}, \end{array}\right.$$

$$(b)\quad 4C^{20}H^{14} + 8SO^2 + 3SO^3(HO)^6 + HO.$$

» L'équation (*a*), qui exige la moindre température, est réalisée même à 0°. Une fois la polymérisation produite, le composé $(C^{20}H^{16})^4(SO^3HO)^{11}$, semblable à un caillot noir, résiste à une température relativement haute;

car il ne se dégage un peu de $C^{20}H^{14}$ qu'à environ 175°. L'action suspendue par le boursouflement du produit visqueux pourrait être continuée dans un grand vase, mais avec une peine extrême suivant (*b*). La masse noire est presque entièrement soluble dans l'alcool à 95°; elle ne laisse pas de résidu charbonneux en quantité notable sur le filtre et le liquide alcoolique filtré passe noir comme la matière elle-même : soumis à la distillation, il laisse la masse visqueuse presque dure avec son premier aspect. Ces détails me paraissent expliquer les difficultés trouvées par plusieurs observateurs dans la production du décilène.

» 2° L'action de HgCl donne aussi les résultats prévus par la théorie. Quoique la solubilité du chlorure ne soit pas très grande, l'action a lieu entre les deux matières dissoutes; on a

$$n = \frac{136}{135,5} = 1,00, \quad HgCl + C^{20}H^{16} = C^{20}H^{16}HgCl,$$

c'est-à-dire qu'il se forme un composé des deux corps à équivalents égaux, *parce que les poids sont égaux*. Ce mélange peut être chauffé jusqu'à 180° avant de manifester quoi que ce soit à cette température; au bain d'huile, sa distillation a lieu, et c'est le principal motif qui me détermine à parler de cette action. Le chimiste qui l'étudie court un danger sérieux. Dans d'autres expériences, dont il n'y a pas lieu de parler aujourd'hui, j'ai soumis le composé, dans l'alcool et dans l'éther mêlé d'alcool, à la distillation. Les vapeurs entraînent une quantité notable du composé qui, introduit en pareil cas dans les organes pulmonaires, y causerait un empoisonnement irremédiable.

» Il me sera permis d'attirer l'attention de l'Académie et des chimistes sur les deux faits qu'on vient de lire. Leur accord avec la théorie est complet.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la* viscose *ou substance gommeuse de la fermentation visqueuse : équation de cette fermentation.* Note de M. **A. Béchamp.**

« Je propose de nommer *viscose* la substance caractéristique de la fermentation visqueuse, que les auteurs désignent sous le nom de *gomme*. Cette matière, qui, d'après mes études, se produit dans plusieurs circon-

stances par la fermentation du sucre de canne sous l'action de ferments ([1]) organisés divers, constitue une espèce chimique nouvelle des mieux caractérisées ([2]).

» La nouvelle matière, telle qu'on l'isole du produit de la fermentation, est rarement homogène et les variations que l'on constate dans ses propriétés viennent de ce qu'elle s'altère peu à peu dans les milieux mêmes où elle prend naissance, surtout lorsqu'ils sont acides.

» *Viscose*. — Dans son plus grand état de pureté, c'est une substance d'une grande blancheur, aisément pulvérisable, qui n'a pas du tout l'apparence de la gomme. Elle se dissout à froid dans l'eau en communiquant à la solution le même genre de viscosité que la gomme. Elle ne réduit pas le réactif cupropotassique. L'alcool la précipite complètement de sa solution aqueuse en une masse étirable en fils. L'analyse élémentaire a donné

Carbone................	44,97
Hydrogène..............	6,26

pour la matière séchée à 140° dans le vide, c'est-à-dire la même composition que celle de la matière amylacée.

» J'ai déterminé le pouvoir rotatoire de la viscose de diverses provenances. La matière que je considère comme pure a donné les résultats suivants, calculés à l'aide de la formule de M. Berthelot :

$$[\alpha]_j = \frac{v\alpha_j}{lp}.$$

I. $\alpha_j = 14^\circ{,}7\nearrow$, $t = 2$, $v = 5^{cc}$, $p = 0^{gr}{,}165$, $[\alpha]_j = 222^\circ{,}7\nearrow$ pour $t = 24^\circ C$.

II. $\alpha_j = 36^\circ{,}7\nearrow$, $t = 2$, $v = 5^{cc}$, $p = 0^{gr}{,}41$, $[\alpha]_j = 223^\circ{,}7\nearrow$ pour $t = 21^\circ C$.

» III. La solution II a été observée ensuite à la température de 38°, dans le but de constater l'influence de la chaleur.

$\alpha_j = 36^\circ{,}05\nearrow$ $t = 2$, $tv = 5^{cc}$, $p = 0^{gr}{,}41$ $[\alpha]_j = 219^\circ{,}8$ pour $t = 38^\circ C$.

([1]) M. Peligot [*Traité de Chimie appliquée aux Arts* de M. Dumas, t. VI, p. 335 (1843)] avait déjà signalé un ferment organisé dans cette fermentation.

([2]) Au moment de rédiger cette Note, j'ai cherché ce que les auteurs ont écrit sur ce sujet. Je n'ai trouvé de précis que ces quelques lignes, résumé d'un travail de M. Brüning : « Séchée à 130°, la matière visqueuse a pour composition $C^{12}H^{10}O^{10}$; elle n'est identique ni à l'arabine, ni à la dextrine; à l'égard de l'oxyde de cuivre en solution alcaline, elle se comporte comme l'arabine; elle est dextrogyre en solution aqueuse; oxydée par l'acide nitrique, elle ne donne pas d'acide mucique. » La matière avait été extraite d'une fermentation lactique par le procédé de Bensch (*Jahresbericht von* H. Kopp *und* H. Will *für* 1857, p. 511, en note). M. Dumas avait déjà vu que la matière visqueuse ne donnait pas d'acide mucique.

» Le pouvoir rotatoire de la viscose varie avec la température, en s'abaissant quand celle-ci s'élève.

» Ce pouvoir est voisin de celui de la fécule soluble, qui est $[\alpha]_j = 212^\circ \nearrow$. On sait, d'autre part, que, d'après mes déterminations, la cellulose soluble est inactive et que les dextrines de cellulose ont des pouvoirs rotatoires beaucoup plus petits que ceux des dextrines de fécule, qui sont moindres que ceux de la fécule. La viscose diffère donc à la fois de la fécule, de la cellulose et des dextrines. D'ailleurs les solutions de viscose ne se colorent pas en bleu ou en violet par l'iode [1].

» *Des dérivés nitriques de la viscose.* — Dans les conditions que j'ai fait connaître pour la fécule, la viscose produit deux dérivés nitriques qui achèveront de caractériser ce corps.

» *Action de l'acide sulfurique sur la viscose : dextrines et glucose de viscose.* L'acide sulfurique agit sur la viscose comme sur l'amidon : il se forme des dextrines et un glucose. Une partie de viscose, dix parties d'eau et une d'acide sulfurique sont chauffées à l'ébullition, sous volume constant, pendant cinq heures. L'action est plus lente que sur la fécule. On s'assure aisément que la rotation du plan de polarisation diminue peu à peu avec la durée de l'action. Les nombres suivants en donnent une idée :

Déviation initiale du mélange acide............	$\alpha_j = 46^\circ \nearrow$
» après trois heures d'ébullition	$\alpha_j = 39^\circ \nearrow$
» après deux nouvelles heures.........	$\alpha_j = 32^\circ \nearrow$

» Les produits de la réaction sont des dextrines que la levûre de bière ne fait pas fermenter et un glucose.

» Les pouvoirs rotatoires des dextrines sont divers, de même que leur solubilité dans l'alcool, selon que l'action de l'acide a été plus ou moins longue. J'ai obtenu des produits non fermentescibles dont les pouvoirs rotatoires extrêmes sont

$$[\alpha]_j = 181^\circ,7 \nearrow \quad \text{et} \quad [\alpha]_j = 128^\circ,7 \nearrow.$$

Il existe de ces substances à pouvoirs intermédiaires, mais qui peuvent être des mélanges.

» Le glucose de viscose est unique : il est cristallisable jusqu'à la der-

(1) J'ai réussi, comme je le montrerai prochainement, à obtenir de la matière amylacée, *soit insoluble* ou *soluble*, non colorable par l'iode ; mais les pouvoirs rotatoires de ces nouveaux produits sont toujours voisins de $[\alpha]_j = 212^\circ$ ou 210°. La viscose s'en distingue donc encore par ce trait.

nière goutte de ses solutions. La viscose ne rappelle donc plus du tout le sucre de canne dont elle provient. Ce glucose me paraît identique à celui de la fécule; du moins cela résulte des faits suivants : son pouvoir rotatoire est sensiblement le même que celui du glucose de fécule, variable comme lui avec le temps; on peut déshydrater ses cristaux sans le faire fondre, comme je l'ai fait voir pour le glucose de fécule; enfin ce glucose anhydre dégage de la chaleur au moment où on le combine avec l'eau. Mais je reviendrai sur ce sujet.

» *Action des zymases sur la viscose.* — Je viens de dire que la viscose ne rappelle plus le sucre de canne dont elle provient. En effet, la zythozymase (le ferment inversif du sucre de canne, comme l'appelle M. Berthelot) est sans action sur elle, en solution aqueuse.

» La salive et la sialozymase n'y agissent pas non plus, ce qui contribue à différencier la viscose et la matière amylacée ou ses dextrines.

» J'insisterai sur ces faits importants dans mon Mémoire ; je dirai seulement que la nullité d'action de ces agents ne tient pas à une combinaison qu'ils auraient contractée ou à une altération quelconque, car les mélanges de viscose et de zythozymase intervertissaient rapidement le sucre de canne, et ceux qui contenaient la sialozymase fluidifiaient instantanément l'empois de fécule et le saccharifiaient ensuite.

» *De l'équation de la fermentation visqueuse.* — Selon M. Pasteur, 100 parties de sucre de canne produisent 51,09 de mannite, 45,48 de gomme et 6,18 d'acide carbonique. Ces rapports ne seraient vrais que pour le ferment que l'auteur considère comme le ferment visqueux et qui agirait dans une solution sucrée albumineuse; ils seraient autres si un autre ferment intervenait en même temps. Quoi qu'il en soit, l'équation de M. Pasteur n'exprime pas la réalité du phénomène. J'ai toujours trouvé de l'alcool parmi les produits de la fermentation visqueuse, ramenée à ces termes où un ferment unique agit, des proportions variables d'acide acétique et quelquefois de l'acide lactique. En voici un exemple; pour 50^{gr} de sucre, on a obtenu :

Alcool absolu à 15°C.	$2^{cc},1$
Acide acétique	$0^{gr},48$
Matière visqueuse	$20^{gr},00$
Mannite	$2^{gr},50$
Lactate de chaux cristallisé	$3^{gr},50$
Acide carbonique	non dosé
Matières extractives et excès de glucose.	

» Je me suis assuré, par des expériences comparatives, que le sucre de canne, seul, peut subir la fermentation visqueuse; dans les mêmes circonstances, le sucre interverti, le glucose de fécule, le sucre lévogyre, ne produisent pas de matière visqueuse, mais peuvent donner de la mannite. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'urée à l'aide de l'hypobromite de soude titré.* Note de M. **Quinquaud**.

« Lorsque l'hypobromite de soude réagit sur l'urée, celle-ci se décompose en azote et en acide carbonique d'après la relation

$$CO^2(AzH^2)^2 + 3NaBrO = 3NaBr + CO^2 + Az^2 + 2H^2O.$$

» Dans cette hypothèse, $3^{éq}$ d'hypobromite sont nécessaires à la décomposition complète de $1^{éq}$ d'urée. Il suffit donc de doser l'hypobromite employé pour en déduire la quantité d'urée décomposée.

» Pour doser l'hypobromite, nous nous servons d'une *solution alcaline* d'arsénite de soude au centième d'équivalent. En ajoutant dans une telle solution une goutte de sulfate d'indigo, celui-ci prend une belle coloration jaune-verdâtre. Quand on laisse couler de l'hypobromite, la couleur jaune diminue d'abord d'intensité, et, lorsqu'on arrive au *point limite*, le jaune est instantanément décoloré. On peut rendre la réaction plus sensible en versant une nouvelle goutte d'indigo *avant* d'arriver à la fin de la réaction.

» Pour doser l'hypobromite employé à la décomposition de l'urée, voici comment on opère : on laisse tomber l'hypobromite dans la solution d'urée jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de dégagement gazeux, puis on ajoute un léger excès d'hypobromite; on ajoute un léger excès d'une quantité connue d'arsénite de soude titré, excès dénoté par la décoloration de la liqueur; on vérifie cet excès en ajoutant une ou deux gouttes de sulfate d'indigo, qui reste jaune dans ce dernier cas. On laisse tomber de nouveau l'hypobromite jusqu'à décoloration de l'indigo; si de la quantité totale d'hypobromite employé on retranche l'arsénite versé en excès et exprimé en hypobromite, on a la quantité d'hypobromite qui a réagi sur l'urée, et par suite celle-ci.

» A la suite d'expériences multipliées, nous démontrons qu'une solution d'hypobromite faite d'une manière quelconque ne donne pas le chiffre théorique 3NaBrO.

» De plus, les solutions d'hypobromite à proportions variables de brome

par rapport à la soude et à concentration indéterminée ne donnent pas le chiffre théorique d'azote. C'est ce que démontre le Tableau suivant :

Solutions.		Azote dégagé pour $0^{gr},01$ d'urée.	Rapport $CO^2(AzH^2)^2NaBrO$.
Eau	500^{cc}		
Lessive de soude	100^{cc}	$3^{cc},22$	»
Brome	10^{cc}		
Eau	200^{cc}		
Lessive de soude	100^{cc}	»	2,70
Brome	10^{cc}		
Eau	200^{cc}		
Lessive de soude	100^{cc}	»	2,78
Brome	8^{cc}		
Eau	500^{cc}		
Lessive de soude	100^{cc}	$3^{cc},41$	»
Brome	5^{cc}		
Lessive de soude	100^{cc}	$3^{cc},56$	2,86
Brome	5^{cc}		
Eau	500^{cc}		
Lessive de soude	100^{cc}	$3^{cc},56$	»
Brome	3^{cc}		
Eau	28^{cc}		
Lessive de soude	100^{cc}	»	3,01
Brome	$2^{cc},8$		
Lessive de soude	100^{cc}	$3^{cc},69$	3,00
Brome	3^{cc}	$3^{cc},71$	3,02

» Ce sont donc ces deux dernières solutions qui donnent le chiffre théorique.

» En résumé, nous sommes arrivé à déterminer la formule de l'hypobromite de soude qui, réagissant sur l'urée, nous donnera le chiffre théorique, soit en azote, soit en équivalent, lorsque nous dosons l'urée par liqueur titrée. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la chaleur animale.* Note de M. A. d'Arsonval.

« Dans une précédente Note, j'ai décrit en quelques mots la nouvelle méthode de calorimétrie que j'emploie pour mesurer la chaleur dégagée

par les êtres vivants ([1]). Depuis lors, le dispositif instrumental a reçu des simplifications que j'indiquerai brièvement. L'enceinte à température constante qui environne le calorimètre a été supprimée; j'ai placé l'instrument dans une cave du Collège de France, où la température se maintient suffisamment constante pour le but que je poursuis.

» Le réservoir qui contient l'eau à 0° a été isolé par de la sciure de bois, de façon qu'on puisse y conserver de la glace pendant au moins une semaine. Pour certaines expériences, j'ai supprimé la glace comme corps réfrigérant; je l'ai remplacée par un vase contenant du chlorure de méthyle, qui peut produire un froid de —23°.

» Ce corps, à l'aide d'un dispositif très simple, m'a permis d'avoir un liquide réfrigérant (eau glycérinée) à une température constante quelconque, inférieure à la température ambiante jusqu'à — 23°. Pour cela, je plonge dans le vase contenant l'eau glycérinée un récipient métallique renfermant le chlorure de méthyle. Ce récipient est muni d'une soupape de sûreté à travers laquelle s'échappe la vapeur de méthyle. En chargeant graduellement cette soupape, j'élève la température d'ébullition du chlorure de méthyle, qui reste constante pour une même charge de la soupape.

» Quand la soupape est sans charge, la température obtenue est — 23°.

Pour 320^{mm}	de mercure elle égale	....	—15°
550^{mm}	»	....	—10
1130^{mm}	»	....	0
1490^{mm}	»	....	+ 5

» On fait, en un mot, varier la température, tout en la maintenant constante, par un simple glissement du contre-poids le long du levier de la soupape, comme dans une machine à vapeur. Ce moyen peut être précieux dans bien des recherches, comme je le montrerai plus tard.

» La soupape automatique qui règle le débit du liquide réfrigérant a elle-même été simplifiée. De plus, un mécanisme très simple permet de doser en même temps les gaz de la respiration, ainsi que l'urée ou les *excreta*.

» Cet appareil donne, par conséquent, simultanément :

» 1° L'enregistrement automatique de la chaleur dégagée;

» 2° Les déchets provenant des combustions respiratoires.

([1]) *Recherches sur la chaleur animale* (*Comptes rendus*, séance du 25 août 1879).

» On a voulu calculer, à l'aide des produits de la respiration, la quantité de chaleur dégagée par un animal, *en tant que chaleur*. Cela n'est pas possible. Les combustions organiques ne sont pas directes; à une même quantité d'oxygène absorbé ou d'acide carbonique émis peuvent correspondre des quantités de chaleur fort différentes.

» Beaucoup de réactions qui se passent dans l'organisme s'accompagnent d'un dégagement de chaleur sans dégagement de gaz; tels sont les phénomènes d'hydratation, de saponification, de dédoublement, etc. M. Berthelot a particulièrement insisté sur ces faits. Mes expériences confirment pleinement cette manière de voir, comme je le montrerai ultérieurement.

» Aujourd'hui je n'en citerai que deux :

» 1° La calorimétrie directe m'a montré que l'œuf en incubation absorbe, pendant les premiers jours, beaucoup de chaleur, comme l'avait vu M. Moitessier par un autre procédé. Cette absorption de calorique coïncide avec une absorption d'oxygène et un dégagement abondant d'acide carbonique. La méthode chimique conclurait à un dégagement de chaleur.

» 2° Pendant le sommeil ou le repos complet, l'animal absorbe beaucoup d'oxygène et fait peu de chaleur, l'émission d'acide carbonique variant peu.

» En un mot, je ne trouve presque jamais de concordance entre la chaleur mesurée directement et la chaleur calculée d'après les combustions respiratoires. Cela tient d'abord à ce que les combustions organiques sont de l'ordre des fermentations, comme l'enseignait depuis longtemps Claude Bernard, et aussi à une autre cause qui n'a pas été signalée et qui se dégage des résultats fournis par l'incubation.

» Un animal n'est pas seulement le siège d'oxydations ou de combustions, comme on l'a enseigné jusqu'à Claude Bernard; tout organisme vivant est en même temps un appareil réducteur faisant des synthèses pour son propre compte [1]. Aux combustions organiques correspond un dégagement de chaleur.

» Les synthèses organiques, au contraire, s'accompagnent d'une absorption : l'œuf en incubation en est une preuve frappante.

» La méthode chimique ne tient compte que des combustions; elle représente la somme. La calorimétrie directe tient compte à la fois des phé-

---

[1] Voir CLAUDE BERNARD, *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*. Paris, J.-B. Baillière, 1878.

nomènes de *destruction* et de *création* organique dont la simultanéité caractérise la vie; elle représente la différence, qui apparaît sous forme de chaleur.

» Donc, bien loin de s'exclure ou de se contredire, ces deux méthodes doivent se prêter un mutuel appui. Il n'y a rien d'étonnant à ce que leurs résultats ne soient pas concordants.

» Ces différences, loin d'entraver les recherches, me paraissent, au contraire, destinées à éclairer les mécanismes encore si obscurs qui président à la nutrition, comme je tâcherai de le démontrer prochainement (1). »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action du* maté *sur les gaz du sang*. Note de MM. D'ARSONVAL et COUTY, présentée par M. Vulpian.

« L'un de nous ayant étudié précédemment (2) les phénomènes d'excitation du système sympathique produits par l'administration à haute dose d'une boisson utilisée dans des nations diverses et importantes de l'Amérique du Sud, et ces constatations ne suffisant pas à expliquer l'action nutritive de cette substance, nous avons été amenés à faire sur le *maté* des recherches plus directes et plus précises.

» Nous en donnons aujourd'hui les premiers résultats; ils sont relatifs aux variations des gaz du sang. Ces gaz ont été analysés à l'aide de la pompe Gréhant, par les procédés connus.

» Nous avons utilisé du *maté* du Parana sûrement très pur, mais peu actif, quoique capable de produire à hautes doses les phénomènes toxiques habituels, et ce *maté*, préparé par infusion ou par ébullition très courte, nous l'avons injecté sur des chiens, sous la peau, ou dans les veines ; ou simplement dans l'estomac, en ayant soin de le filtrer très parfaitement.

» Nous donnons sommairement les résultats de quelques-unes de nos expériences.

» *Expérience I.* — Chien de moyenne taille, en bon état, à jeun du matin.

» 2^h du soir. Sang veineux; gaz totaux $50^{cc},4$ pour 100^{cc} de sang : acide carbonique $31^{cc},4$, oxygène 16^{cc}, azote 2^{cc}.

» A $2^h 15^m$ on injecte 60^{cc} d'infusion de *maté* sous la peau du ventre et à $2^h 40^m$ on fait une nouvelle analyse sans constater de variations notables. Alors on pousse directement

(1) Travail fait au laboratoire de Médecine du Collège de France.

(2) *Comptes rendus*, décembre 1878.

dans le sang par la veine saphène : à 3^h, 25^{cc}; à $3^h 25^m$, 15^{cc} de la même infusion. A $3^h 35^m$, les gaz veineux ne s'élèvent plus qu'à $22^{cc},4$: soit acide carbonique $8^{cc},8$, oxygène 12^{cc}, azote $1^{cc},4$.

» *Expérience III.* — Chien jeune et vigoureux, poids 10^{kg}. Le 4 juin. Sang artériel, gaz totaux 65^{cc} pour 100 : acide carbonique 40^{cc}, oxygène $22^{cc},4$, azote $2^{cc},5$.

» Sang veineux; gaz totaux 55^{cc} pour 100 : acide carbonique 50^{cc}, oxygène $12^{cc},5$, azote $2^{cc},5$.

» L'animal absorbe ensuite par l'estomac tous les jours jusqu'au 8 juin 200^{cc} à 250^{cc} d'infusion très chargée de *maté* : cette infusion est introduite en deux fois, le matin et le soir, par une sonde.

» Le 8 juin, nouvelle analyse. Sang artériel : gaz totaux 40^{cc}, acide carbonique 29^{cc}, oxygène 8^{cc}, azote 3^{cc}.

» Sang veineux : gaz totaux 36^{cc}, acide carbonique $29^{cc},2$, oxygène 4^{cc}, azote $2^{cc},8$.

» A côté de ces expériences, faites avec des doses massives ou avec des doses plus petites et prolongées, en voici d'autres plus compliquées :

» *Expérience VI.* — Chien adulte, volumineux, à jeun depuis la veille. Analyse des gaz le 11 juin au matin. Sang artériel : gaz totaux $68^{cc},5$, acide carbonique $45^{cc},5$, oxygène $14^{cc},4$, azote 5^{cc}.

» Sang veineux : gaz totaux $70^{cc},5$, acide carbonique $49^{cc},5$, oxygène $14^{cc},5$, azote 5^{cc}.

» Ce chien reçoit ensuite par l'estomac 150^{cc} d'infusion de *maté* matin et soir pendant quatre jours, puis l'administration, interrompue jusqu'au 19 juin, est reprise quand l'animal est bien guéri de sa plaie cervicale. Le 24 juin, on refait les analyses. On a noté, du 19 juin au 24, que l'animal mangeait fort peu, quoique son état restât très bon.

» Sang artériel : gaz totaux $44^{cc},8$, acide carbonique $30^{cc},4$, oxygène $11^{cc},6$, azote $2^{cc},8$.

» Sang veineux : gaz totaux 34^{cc}, acide carbonique $21^{cc},2$, oxygène 10^{cc}, azote $2^{cc},8$.

» L'animal cesse ensuite de prendre du *maté*, et le 27 juin on refait une analyse du sang veineux : gaz totaux 48^{cc}, acide carbonique 36^{cc}, oxygène 10^{cc}, azote $1^{cc},6$.

» On fait alors par la jugulaire deux injections d'infusion de *maté* bien filtrée, une à $2^h 50^m$ de 30^{cc}, l'autre à $3^h 5^m$ de 20^{cc}. Une nouvelle analyse, à $3^h 25^m$, indique une légère diminution de l'acide carbonique avec augmentation plus légère encore d'oxygène. On injecte encore en deux fois 50^{cc} de *maté* par la jugulaire; puis à $3^h 40^m$ on refait l'analyse.

» Sang veineux : gaz totaux 24^{cc}, acide carbonique 12^{cc}, oxygène $10^{cc},4$, azote $1^{cc},6$.

» A $4^h 45^m$ l'animal est toujours en bon état, et les gaz veineux, analysés à nouveau, sont remontés à un total de 44^{cc}, dont 36^{cc} d'acide carbonique et 6^{cc} d'oxygène.

» *Expérience VIII.* — Chienne assez jeune, en bon état, ayant peu mangé.

» 10^h du matin. Sang artériel : gaz totaux, $42^{cc},8$, acide carbonique 28^{cc}, oxygène $12^{cc},8$, azote 2^{cc}.

» Sang veineux : gaz totaux, 38^{cc}, acide carbonique 26^{cc}, oxygène 12^{cc}, azote 2^{cc}.

» On injecte dans l'estomac 150^{cc} d'infusion de *maté* à $10^h 30^m$ et 100^{cc} à 11^h.

» A $11^h 30$, on analyse. Sang artériel : gaz totaux $35^{cc},2$, acide carbonique 22^{cc}, oxygène $11^{cc},6$, azote 6^{cc}.

» On donne encore, à $11^h 45^m$, 150^{cc} de *maté* par l'estomac, et à 2^h on refait les analyses.

Dans l'intervalle le chien a déféqué plusieurs fois et uriné. Sa respiration, assez ample, paraît accélérée; son pouls est fréquent et peu fort, et ses pupilles petites.

» Sang artériel : gaz totaux 59^{cc}, acide carbonique 35^{cc}, oxygène 20^{cc}, azote 2^{cc}.

» Sang veineux : gaz totaux 55^{cc}, acide carbonique $37^{cc},5$, oxygène $14^{cc},5$, azote 3^{cc}.

» On injecte ensuite par la jugulaire 50^{cc} d'infusion de *maté* bien filtrée à $2^h 25^m$ et 50^{cc} à $2^h 35^m$, et l'on analyse à $2^h 45^m$ le sang veineux : gaz totaux 34^{cc}, acide carbonique 27^{cc}, oxygène $5^{cc},5$, azote $2^{cc},5$.

» $3^h 15^m$, nouvelle analyse.

» Sang veineux : gaz totaux, 43^{cc}; acide carbonique, 38^{cc}; oxygène, 4^{cc}; azote, 1^{cc}.

» Sang artériel : gaz totaux, 50^{cc}; acide carbonique. 25^{cc}; oxygène, 22^{cc}; azote, 3^{cc}.

» On abandonne ensuite l'animal jusqu'à $6^h 20^m$; on le retrouve couché, avec un pouls très fréquent, une respiration accélérée; peu sensible et affaissé, il se lève et marche si on l'excite, mais lentement et sans sûreté dans les mouvements. On analyse encore le sang artériel, et il faut chauffer beaucoup et donner de nombreux coups de pompe.

» Gaz totaux 51^{cc}; acide carbonique 26^{cc}; oxygène 21^{cc}; azote 4^{cc}.

» Le chien est alors abandonné; le lendemain il paraissait en bon état.

» Cet ensemble de résultats expérimentaux nous paraît suffire à prouver que le *maté*, absorbé à doses massives ou à doses répétées, par l'estomac ou par les veines, a sur les éléments gazeux des échanges sanguins une action considérable; cet aliment modifie le sang artériel comme le sang veineux, et il diminue leur acide carbonique et leur oxygène dans des proportions énormes, correspondant quelquefois au tiers ou à la moitié des quantités normales.

» Moins intense sur des animaux en digestion, n'ayant aucun rapport nécessaire avec les phénomènes d'excitation du sympathique, qui ont manqué dans presque toutes ces expériences, cette action du *maté* sur les échanges gazeux est obscure comme mécanisme; mais son existence prouve directement l'importance et la valeur nutritive de cet aliment, qui, consommé ailleurs par millions de kilogrammes, est encore à peu près inconnu en Europe. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le siège de l'épilepsie corticale et des hallucinations* (¹). Note de M. J. **Pasternatzky**, présentée par M. Vulpian.

« Le but des expériences qui font l'objet de cette Note est de rechercher : 1° si l'épilepsie corticale dépend réellement de lésions de certaines

(¹) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

parties de l'écorce grise du cerveau et 2° s'il est possible d'indiquer le siège ou l'origine des hallucinations dans le cerveau.

» Quant à l'épilepsie corticale, on sait que M. Hitzig, et après lui beaucoup d'autres expérimentateurs, ont démontré que l'excitation électrique de la zone dite *psychomotrice* du cerveau produit chez les animaux (singe, chien, chat, lapin, renard) des attaques épileptiformes. Après avoir répété ces expériences, j'ai acquis la conviction que, chez les chiens, la zone psychomotrice est plus excitable que chez les autres animaux : chez un chien (bouledogue) j'ai pu produire l'attaque épileptiforme avec un courant faradique très faible (distance des bobines $=250^{mm}$). Ces recherches prouvent l'existence de l'épilepsie corticale constatée par la clinique et l'anatomie pathologique.

» Quant aux hallucinations, M. Magnan, en 1874, a démontré que l'injection d'essence d'absinthe dans l'estomac (5^{gr}) ou dans les veines ($0^{gr},10$ - $0^{gr},20$) du chien produit au bout de trois minutes une attaque d'épilepsie, suivie d'hallucinations. Ces notions peuvent être le point de départ d'investigations expérimentales relatives non seulement à l'épilepsie corticale, mais encore aux hallucinations. Parmi les théories que les médecins ont émises au point de vue expérimental (recherches de M. Vulpian et d'autres expérimentateurs) et clinique (Meynert), il faut remarquer celle d'après laquelle des hallucinations naissent dans la substance grise qui tapisse les ventricules du cerveau, substance grise de la troisième catégorie de M. Meynert, qui met en rapport les uns avec les autres les noyaux des nerfs des différents organes des sens. L'écorce grise du cerveau, d'après les données actuelles, possède la faculté d'enrayer les mouvements réflexes du corps, de plus elle constitue l'*appareil logique* (Meynert) dont les fonctions s'accomplissent avec la conscience et le souvenir, appareil qui produit aussi les impulsions pour les mouvements volontaires de l'animal.

» Avant de faire des expériences nouvelles, j'ai vérifié d'abord les recherches de M. Magnan sur le chien et je me suis convaincu, comme lui, que l'injection d'essence d'absinthe, à la dose de $0^{gr},40$, dans la veine saphène de l'animal, produit, après quelques minutes, l'attaque épileptique et des hallucinations. Il importe aussi de dire que, sur les cadavres des animaux, j'ai vérifié les lésions faites dans mes recherches expérimentales.

» Cette méthode est la suivante : chez un chien légèrement éthérisé on fait la trépanation du crâne des deux côtés au niveau de la zone psychomotrice; quand l'éthérisation a disparu, avec un couteau mince, on

sectionne horizontalement le cerveau au-dessous de la surface supérieure des hémisphères, puis on laisse en place l'écorce ainsi sectionnée et privée de ses connexions avec la substance blanche sous-jacente. Après quelques minutes, on injecte l'essence d'absinthe, en quantité suffisante, dans une veine saphène, et on met l'animal en liberté. La mort, en général, est survenue au bout de vingt-quatre heures. La nécroscopie du cerveau a montré que toujours l'écorce grise avait été sectionnée au-dessous de la surface convexe des hémisphères du cerveau et que, dans aucun cas, les ventricules n'avaient été touchés.

» Dans toutes les expériences (au nombre de cinq) on a observé les mêmes résultats :

» 1° La section au-dessous de l'écorce grise des hémisphères du cerveau chez les chiens a produit les phénomènes qui ont été observés par MM. Flourens, Longet, Vulpian, etc., chez les animaux privés de la totalité de leurs hémisphères, c'est-à-dire que l'animal est resté dans un sommeil profond, ne présentant aucun signe d'activité de son « appareil logique » et aucun mouvement volontaire.

» 2° L'injection d'essence d'absinthe dans les veines de l'animal ainsi opéré, même à haute dose (2^{gr}), ne provoque pas d'attaques épileptiques, ni de convulsions, même au plus léger degré ; mais, presque aussitôt (une ou deux minutes) après l'injection, l'animal commence à agir, sans aucune excitation extérieure, spontanément, comme si les impressions périphériques existaient en réalité : les yeux grand ouverts, le chien se jette en avant sur le mur avec des aboiements de colère ; s'il ne peut se tenir debout, il roule ses yeux et agite sa tête avec des gestes d'inquiétude ; ses extrémités sont animées de mouvements coordonnés comme pour courir, et puis il aboie avec fureur.

» 3° Cet état dure de vingt à trente minutes, après lesquelles l'animal est plongé dans un sommeil profond qui persiste jusqu'à la mort.

» De ces recherches découlent deux conclusions principales :

» 1° L'attaque d'épilepsie provoquée chez le chien par l'essence d'absinthe est sous la dépendance de certaines parties de l'écorce grise des hémisphères du cerveau et, par conséquent, elle est bien réellement de l'épilepsie corticale.

» 2° Les actions évidemment hallucinatoires de l'animal, provoquées par l'injection intraveineuse d'essence d'absinthe, ne peuvent dépendre de la partie de l'écorce grise des hémisphères qui a été coupée et que l'on considère (notamment M. Tamburini) comme le siège des hallucinations.

Si l'on se reporte à certains faits cliniques, ceux, par exemple, d'épilepsie et de folie hallucinatoire (Meynert), on peut, je crois, trouver une analogie entre eux et ceux que je viens de mentionner. Par conséquent, on peut dire avec vraisemblance que les hallucinations notées dans mes expériences doivent être attribuées à l'excitation par l'absinthe des centres sous-corticaux sensitifs (Meynert). »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les altérations des nerfs cutanés dans la pellagre.* Note de M. **J. Dejerine** (¹), présentée par M. Vulpian.

« Ayant eu l'occasion d'examiner les nerfs de la peau chez deux pellagreux morts dans le service de M. Hardy, à la Charité, j'ai constaté, au niveau de l'exanthème caractéristique de cette affection, des altérations nerveuses qui, à ma connaissance du moins, n'ont encore été décrites nulle part.

» Les nerfs ont été examinés de la façon suivante : la peau malade (face dorsale des mains) et le tissu cellulaire sous-cutané ont été enlevés une heure après la mort; les nerfs cutanés, dissociés immédiatement, ont été placés pendant vingt-quatre heures dans l'acide osmique à 1 pour 200, dissociés de nouveau, lavés ensuite à l'eau distillée, colorés au picrocarmin et montés dans la glycérine.

» L'examen microscopique montre des altérations que l'examen à l'œil nu faisait déjà soupçonner, après l'action de l'acide osmique.

» En effet, après avoir séjourné dans ce réactif, les nerfs avaient pris un aspect grisâtre, bien différent de la coloration noire caractéristique de leur état physiologique. A un faible grossissement (60 diamètres) il est facile de se rendre compte de l'altération considérable subie par les tubes nerveux. Ce qui frappe tout d'abord, c'est la petite quantité de tubes sains que l'on trouve dans chaque préparation. En effet, la plupart des faisceaux nerveux sont composés presque exclusivement par des gaînes vides dans une proportion considérable : en moyenne, pour un tube sain, trente à quarante gaînes vides. Dans certains faisceaux même, l'altération est plus prononcée encore : on ne trouve pas un seul tube sain et l'on croirait avoir affaire au bout périphérique d'un nerf sectionné depuis plusieurs mois ou bien à des nerfs de fœtus privés encore de leur myéline et de leur cylindre-axe. Ces gaînes

(¹) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

présentent les caractères suivants : ce sont des tubes plissés en long par rapprochement de leur paroi et contenant, à intervalle régulier, des noyaux disposés dans le sens de la longueur de la gaîne et la renflant légèrement à ce niveau.

» On trouve du reste, dans chaque préparation, un certain nombre de nerfs en voie d'altération et présentant les lésions caractéristiques de la névrite parenchymateuse aux différents degrés de son évolution.

» Ces lésions existaient, chez ces deux malades, au niveau de l'exanthème; chez l'un d'eux, où la maladie était plus ancienne, elles étaient plus prononcées.

» Le résultat de mes recherches m'amène à faire rentrer l'exanthème pellagreux dans la catégorie des altérations de la peau d'origine trophique. Dans les deux cas que j'ai observés, le nombre si considérable de gaînes vides d'une part, comparé au petit nombre de tubes en voie d'altération et de tubes sains d'autre part, m'autorise à admettre dans ces cas l'existence d'un processus à marche lente. »

PHYSIOLOGIE. — *De la circulation veineuse par influence.* Note de M. **Ozanam.**

« Le 11 juin 1877, j'adressais à l'Académie un paquet cacheté, destiné à prendre date pour la découverte de la circulation par influence; aujourd'hui, les travaux du Dr Franck ayant attiré l'attention sur ce nouveau mode de circulation veineuse, je viens résumer devant l'Académie mes expériences à ce sujet.

» Parmi les causes multiples qui tendent à faire progresser le sang dans les veines, il en est une dont l'importance me paraît considérable et qui n'a pas encore été signalée par les anatomistes : c'est l'influence qu'exerce sur toute veine satellite l'artère qui lui est conjuguée, d'où le nom de *circulation par influence* que je donne à ce phénomène remarquable.

» La plupart des grosses veines sont, en effet, unies aux artères correspondantes par un tissu connectif serré; souvent elles sont renfermées dans une gaîne celluleuse commune.

» Les parois veineuses doivent donc forcément ressentir le contre-coup des mouvements artériels, et c'est bien là ce qui arrive réellement.

» *Démonstration de la circulation par influence au moyen du sphygmographe.* — Voici comment j'ai été mis sur la voie de cet intéressant phénomène.

» J'explorais avec mon sphygmographe à ampoule de mercure le tracé de l'artère crurale au niveau de l'arcade pubienne, sur un sujet fort maigre : je remarquai que la pulsation s'y prononçait en creux au lieu d'être en relief, comme cela a toujours lieu pour les artères. Je restai longtemps avant de comprendre cette exception, l'attribuant à une imperfection de l'appareil.

» Mais, ayant vu le phénomène se reproduire à diverses reprises, et remarquant qu'il était surtout marqué lorsque l'instrument glissait et s'appliquait au côté interne de l'artère, je compris qu'il s'agissait là d'un phénomène veineux.

» Je disposai alors deux ampoules sur le même sphygmographe, et, appliquant l'un sur l'artère, l'autre à côté du premier, mais en dedans, sur la veine, je vis alterner au même moment les deux ondulations artérielles et veineuses, s'opérant en sens inverse, car tout ce qui était relief dans la systole artérielle apparaissait en creux veineux correspondants, et toute dépression diastolique artérielle donnait lieu à une ondulation veineuse. Mais était-ce là une impulsion liée à la circulation du sang ou un simple mouvement de propagation des battements artériels aux tissus environnants?

» Préoccupé de cette question, j'appliquai l'instrument en dehors de l'artère crurale, et je vis qu'en effet ces mouvements de succion y existaient aussi et que naturellement ils devaient s'exercer sur tous les tissus environnant le cylindre artériel; mais ils étaient beaucoup moins accentués du côté externe, rempli du tissu conjonctif, que du côté interne, occupé par la veine, et cela se comprenait facilement, puisque le liquide remplissant la veine pouvait librement fuir devant l'obstacle et revenir quand le vide s'opérait.

» Du reste, l'aspiration et la compression alternatives des tissus d'alentour, bien loin d'être une objection à notre manière de voir, ne fait que la confirmer, car ces tissus sont remplis de capillaires veineux et lymphatiques, qui éprouvent dès lors la même influence bienfaisante de la part des artères que les gros vaisseaux veineux.

» Mais le phénomène était-il général? étais-je en présence d'une *loi* de la circulation ou d'un cas exceptionnel? J'expérimentai dès lors sur la plupart des artères explorables, et je trouvai chez toutes, depuis les plus grosses jusqu'aux plus petites, l'expression fidèle du phénomène observé.

» La *veine cave inférieure* reproduisit le tracé inverse de l'*aorte abdominale*, la *crurale*, la *sous-clavière*, celle des artères correspondantes, et, parmi les petites veines, la *pédieuse* donna le schéma le plus remarquable.

» Si l'on considère en outre que le cœur comprime et vide à chaque battement les veines situées dans son tissu, que les artères vertébrales battent au milieu de la gaîne presque complète que leur forment les veines correspondantes, que les artères du cordon s'enroulent autour de leur veine et la compriment dans tous les sens, on pourra se faire une idée de l'importance et de la généralité du phénomène que j'ai voulu décrire sous le nom de *loi de la circulation par influence.* »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure des oothèques des Mantes et sur l'éclosion et la première mue des larves.* Note de M. **Ch. Brongniart**, présentée par M. Blanchard.

« Plusieurs groupes d'Articulés entourent leurs œufs d'une enveloppe protectrice commune. Tantôt c'est dans le corps même de la femelle que se fait cette agglomération (Blattiens), tantôt au contraire la femelle construit la coque protectrice et y dépose ses œufs (Araignées, Hydrophiles, Mantiens.

» Plusieurs auteurs ont étudié les coques à œufs ou *oothèques* que construisent les Mantes; Pagenstecher, Rœsel, M. le professeur Edm. Perrier [1], M. Henri de Saussure [2].

» J'ai rapporté d'Algérie, au mois de mai dernier, des oothèques de Mantes, et j'ai pu assister ainsi à la sortie des jeunes larves.

» Les coques à œufs des Mantes sont déposées sur des rameaux d'arbustes ou sur des pierres. La structure diffère peu suivant l'espèce. Vue à l'extérieur, l'oothèque est de couleur brun grisâtre. Elle est généralement pyriforme, la petite extrémité est située en haut; elle semble fortement sillonnée transversalement. Si l'on fait une coupe dans le sens de ces sillons, on remarque que les œufs sont contenus dans une chambre médiane circulaire. Chacun des gros sillons extérieurs correspond à un étage et une oothèque contient une vingtaine d'étages.

» Cette chambre médiane est entourée par des enveloppes écumeuses sans œufs, dont les couches arquées correspondent à la succession des étages de la chambre centrale. Chacun des étages de cette chambre est séparé en deux loges par une mince cloison antéro-postérieure et commu-

---

(1) *Annales des Sciences naturelles, Zoologie,* 5e série, t. XIV, art. n° 10. Paris, 1870.

(2) Mission scientifique au Mexique, 1872.

nique en avant avec l'extérieur par une sorte de goulot aplati dont les bords, en forme d'écailles, sont rabattus et s'appliquent l'un sur l'autre, c'est-à-dire sont imbriqués.

» Dans chaque loge, les œufs sont disposés symétriquement, de telle sorte que la portion de l'œuf qui constituera l'extrémité de l'abdomen est appliquée contre la paroi, tandis que les têtes regardent en avant et obliquement, et sont toutes appliquées l'une contre l'autre. Les larves, pour sortir, n'auront donc qu'à s'avancer droit devant elles sans évolution. Chaque loge centrale renferme une douzaine d'œufs : il y en a vingt-quatre environ par étage, contenus chacun dans une sorte d'alvéole gommeuse; les loges des deux extrémités de la coque en renferment un nombre moindre. Cette coque à œufs, d'abord transparente et mousseuse, se solidifie et devient imperméable, à tel point que l'on peut la plonger dans l'eau sans mouiller les œufs.

» Pour construire son oothèque, l'insecte se sert de son abdomen et de ses élytres. Fixée au rameau d'un arbuste, la Mante sécrète un liquide mousseux, légèrement transparent, qu'elle maintient à l'aide de l'extrémité de ses élytres. Par ce moyen elle pourra construire les premiers étages de sa coque en forme de calotte sphérique, grâce à des mouvements réguliers de son abdomen qui malaxe la substance mousseuse et l'étale par couche successive à l'aide des *cerci*. Les œufs sont chassés par l'abdomen, en même temps qu'une certaine quantité de liquide écumeux qui constituera les alvéoles. L'oothèque prend peu à peu une couleur plus foncée et se durcit.

» Après l'accouplement, qui a lieu généralement en septembre, la femelle bâtit son oothèque. Les œufs éclosent en mai et juin. J'ai assisté, le mois dernier, à la sortie des larves des oothèques que j'avais rapportées. Chaque larve, encore molle, avance vers l'ouverture de sa loge afin d'en sortir.

» M. de Saussure explique la sortie de la larve de la manière suivante :

« La petite larve doit maintenant s'échapper de la loge où elle est » enfermée, et, *comme elle est trop faible pour se servir de ses pattes*, la na- » ture lui vient en aide au moyen d'un artifice particulier. La surface de son » corps est revêtue d'une substance chitineuse sur laquelle on voit se dé- » velopper des épines dirigées en arrière. En imprimant à son abdomen un » mouvement ondulatoire, les épines servant d'appui contre les parois de » la loge, la larve chemine vers l'opercule de la même manière qu'un épi » de seigle, à l'aide de ses barbes à ergots, peut cheminer sur un morceau

» de drap soumis à des vibrations. » La comparaison dont se sert M. de Saussure est exacte, mais les épines ne sont pas sur l'abdomen à proprement parler : elles sont situées sur les *cerci*, qui ont la forme de deux gros mamelons. En outre, les pattes sont couvertes de fortes épines, qui servent également aux jeunes larves à cheminer dans leur alvéole. Les larves de la partie supérieure de la coque sortent les premières, bien que ces œufs aient été pondus les derniers. Quelquefois l'opercule de la loge se referme avant que la larve soit complètement sortie, et elle périt. Celles qui parviennent à quitter l'oothèque, au lieu de tomber à terre, sont soutenues en l'air à l'aide de deux fils soyeux fort longs et très ténus, fixés, d'une part, à l'extrémité de chacun des *cerci*, et d'autre part adhérents à la paroi intérieure et postérieure de la coque de l'œuf. Bientôt toutes les petites larves ainsi suspendues à l'oothèque forment une sorte de grappe (1). Elles demeurent quelques jours dans cet état; la première mue ayant eu lieu, leurs dépouilles restent suspendues à l'oothèque.

» Si ces petites larves si faibles tombaient sur le sol, elles seraient la proie de leurs ennemis. Après la mue, elles manifestent leur voracité en se jetant sur les petits insectes qu'elles rencontrent; elles sont très agiles.

» On a considéré les fils soyeux qui soutiennent ces jeunes larves comme étant les représentants des *cerci*; mais chez la larve contenue dans l'oothèque les *cerci* existent déjà et sont constitués, comme je l'ai fait remarquer, par deux bâtonnets couverts d'épines.

» Il arrive souvent que, pour changer de peau, les larves de ces insectes sont obligées de se fixer aux branches à l'aide de filaments. Ces longs fils soyeux semblent n'avoir d'autre but que de permettre à la larve d'opérer la première mue à l'abri de tout danger. »

ZOOLOGIE. — *Recherches chimiques sur le produit de sécrétion de la poche du noir des Céphalopodes.* Note de M. **P. Girod**.

« Désirant compléter mes Communications antérieures par l'étude de la physiologie de la poche du noir, je présente aujourd'hui à l'Académie les

---

(1) J'ai photographié à l'École Polytechnique les divers aspects de l'oothèque chargée ainsi des jeunes larves, grâce à l'extrême obligeance de M. le professeur Alfred Cornu, de l'Institut, qui a bien voulu mettre ses appareils à ma disposition. Je suis heureux de pouvoir lui en exprimer ici toute ma reconnaissance.

résultats d'une série de recherches chimiques sur le produit de sécrétion de l'organe chez la *Sepia officinalis*.

» Le *noir* est un liquide d'un brun noir très foncé, jouissant d'un pouvoir colorant considérable. Quelques gouttes donnent à un verre d'eau une coloration noire intense et une opacité complète. Il est sans odeur, d'une saveur légèrement salée; sa réaction est alcaline. Au microscope, il montre en suspension dans un sérum transparent une multitude de corpuscules d'une ténuité extrême, qui, dans l'eau fraîche, sont doués d'un mouvement brownien très appréciable. S'il y a eu compression de la glande, des éléments cellulaires pigmentés et des noyaux ovoïdes se montrent dans la préparation.

» Les résultats de mes analyses quantitatives du noir, ramenés à 100 parties, se résument dans le Tableau suivant :

Eau		60
Substances minérales..............	8,613	40
Matières organiques insolubles......	30,536	
Matières extractives...............	0,851	

» Les recherches qualitatives m'ont donné un ensemble de résultats intéressants que j'expose brièvement.

» *Substances minérales.* — La calcination du noir, desséché d'abord à l'étuve, donne des cendres d'un blanc pur, se réduisant, par pulvérisation, en une poudre fine et homogène. L'action des réactifs a décelé dans ces cendres : chaux, magnésie, soude, potasse, fer ([1]), acides carbonique, sulfurique, chlorhydrique (notons l'absence de l'acide phosphorique).

» *Matière pigmentaire.* — Après une série d'essais, je me suis arrêté au procédé suivant pour obtenir cette matière à son plus grand état de pureté.

» Le noir sortant de l'animal vivant fut desséché à 100°. Il fut soumis pendant quatre jours à l'action de l'alcool, et pendant le même temps à l'action de l'éther. Après filtration et lavages, la masse fut mise en diges-

---

([1]) Les recherches du Dr L. Frédéricq (*Archiv. de Zool. exp. et gén.*, t. VII, 1878) l'ont conduit à découvrir dans le sang des Céphalopodes un corps nouveau du groupe des protéides, l'hémocyanine, substance voisine de l'hémoglobine, mais dans laquelle le fer est remplacé par le cuivre. Le même auteur ne fait aucune mention de fer dans le sang. Les recherches les plus minutieuses n'ont pu nous faire déceler le cuivre dans la sécrétion qui nous occupe, mais ont toujours fait apparaître les réactions caractéristiques du fer. Je me propose de rechercher dans l'étude des sels du sang, à ce point de vue particulier, la solution de ce problème de Physiologie.

tion pendant dix heures, à une douce température, dans l'acide acétique cristallisable. On lava alors jusqu'à cessation de la réaction acide. On soumit la masse à l'action du carbonate de potasse rendu alcalin par addition de potasse. Au bout de dix heures on lava à l'eau distillée, jusqu'au moment où les corpuscules pigmentaires commencèrent à traverser le filtre. Enfin la masse fut mise en digestion dans l'acide chlorhydrique au dixième.

» La matière ainsi obtenue est dépourvue des matières extractives par l'alcool et l'éther, de toute trace de substances albumineuses par l'acide acétique, de la mucine par la solution alcaline, enfin des substances minérales par l'acide chlorhydrique, qui les dissout en totalité, ainsi que le démontre la calcination de la matière, qui ne laisse plus de cendres.

» J'ai donc pu considérer le produit de cette série d'opérations comme chimiquement pur. Il a été desséché à l'étuve à 100° jusqu'au moment où des pesées successives n'ont plus donné de pertes de poids appréciables.

» Ainsi obtenue, la matière pigmentaire se présente comme une poudre noire, homogène, à reflet métallique verdâtre. Elle est insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, insoluble dans les acides (seul, l'acide azotique donne une solution acajou avec dégagement de vapeurs rutilantes), insoluble dans les alcalis. Le chlorure de chaux et l'eau chlorée la décolorent. Les acides et les alcalis agglomèrent les corpuscules pigmentaires en suspension et donnent lieu à une sorte de précipitation. Chauffée en présence de la chaux sodée, elle laisse dégager de l'ammoniaque : c'est donc une substance quaternaire. Soumise à l'analyse, elle nous a donné les chiffres suivants :

1. *Dosage du carbone et de l'hydrogène.*

	Matière.	CO^2.	H^2O^2.
I..........	0,312	0,6140	0,1135
II.........	0,240	0,4745	0,087

2. *Dosage de l'azote.*

	Matière.	Az.
I..................	0,302	0,02662
II..................	0,156	0,01344

» En centièmes [1] :

	I.	II.
C.....................	53,6	53,9
H.....................	4,04	4,02
Az.....................	8,8	8,6

---

[1] Nous donnons ici les chiffres obtenus par les auteurs dont les résultats se rappro-

» Cette étude sera complétée par l'exposé de nos recherches physiologiques sur la poche du noir ([1]).

GÉOLOGIE. — *Sur le synchronisme de la faune carbonifère marine de l'Ardoisière (Allier) et de la flore anthracifère du Roannais et du Beaujolais.* Note de M. A. JULIEN.

« Au-dessus des schistes et des marbres carbonifères de la Loire s'étend la vaste formation des grès à anthracite du Roannais et du Beaujolais. Ces grès, considérés jadis comme l'équivalent, dans la France centrale, du *millstone-grit* anglais, ont été descendus d'un degré dans l'échelle verticale des terrains et rattachés intimement à l'*étage carbonifère proprement dit*, dont ils représentent un faciès continental localisé dans cette région. Cette vue, émise il y a de longues années déjà par Jourdan, de Lyon, a été récemment et définitivement vérifiée par M. Grand'Eury.

» A un autre point de vue, l'étude des fossiles végétaux découverts à Bully et à Combres dans le Roannais, à Joux, Valsonne et la Mure, plus à l'est, ainsi qu'à Bitschwiller et Niederburbach, dans la vallée de Thann, ont permis à M. Grand'Eury, à Schimper et à Ébray, d'établir le synchronisme et l'identité de cette belle formation, dans la vallée de la Loire, dans le Beaujolais et dans la partie méridionale de la chaîne des Vosges et de la forêt Noire. Partout, en effet, on constate la même flore, représentée par *Bornia transitionis, Lepidodendron Veltheimianum, Sphenopteris Schimperi*, etc., etc.

» Ainsi donc, deux points sont actuellement acquis : d'abord, la vaste extension du grès porphyrique ou anthracifère, et ensuite son ancienneté par rapport au *millstone-grit*. Est-il permis d'aller plus loin ? M. Grand'Eury est le seul qui l'ait tenté, d'après les documents d'origine végétale qu'il

---

chent le plus de ceux de nos analyses :

	Hosœus.	Desfosses et Variot.	Heintz.
C	44,2	54,4	53,4
H	3,3	3,05	4,02
Az	9,9	8,1	7,10

([1]) Ces recherches ont été faites dans les laboratoires de M. Barbier, professeur à la Faculté des Sciences de Besançon, sur des échantillons de noir recueillis tant à Roscoff que sur les côtes de Port-Vendres et de Banyuls.

avait à sa disposition. Voici, en effet, ce qu'on peut lire, page 412 de son magnifique Ouvrage :

« Ces débris de plantes sont empreints d'un caractère général de haute antiquité carbonifère, et il me paraît certain que le grès porphyrique à anthracite du Roannais appartient réellement à l'étage du Culm, peut-être même à sa partie moyenne. »

» Or il nous paraît facile aujourd'hui, en nous appuyant sur la connaissance des faunes fossiles, d'établir, avec une précision absolue, la position stratigraphique que doit occuper ce terrain. C'est là ce qui fait, en réalité, l'objet de cette Note. Ces grès reposent à stratification concordante sur les schistes et les marbres fossilifères, dont le type de la faune est à Régny. Or cette faune de Régny a été reconnue synchronique (voir notre dernière Note du 14 juin) de celle de Namur, c'est-à-dire synchronique de la quatrième parmi les cinq faunes typiques qui se sont succédé dans le cours de la longue période carbonifère marine. C'est donc au niveau de la cinquième faune, c'est-à-dire au niveau de l'étage de Visé, qu'il convient de placer le grès porphyrique. En un mot, il constitue la partie supérieure et terminale, et non point moyenne, du carbonifère marin. Mais l'étage de Visé est représenté d'une manière aussi complète que dans l'Ardenne, dans le centre même de la France, à l'Ardoisière, près Vichy. Dans la Note du 5 janvier 1874, nous avons donné une liste de soixante-dix-neuf espèces provenant de ce gisement. Nous y ajoutons aujourd'hui la liste suivante, qui porte à près de cent le nombre des espèces qu'a fournies cette belle localité, et qui achève de mettre en pleine lumière sa vraie physionomie :

» Une dent de *Psammodus*; une foule de petits Crustacés, du genre *Bairdia*; *Loxonema Lefebvrei*, Lév.; *Patella Konincki*, M'Coy; *Pleurotomaria granulosa*, de Kon.; *Euomphalus helicoides*, Sow.; *Id. Dionysii*, Portlock; *Avicula lunulata*, Phill.; *Arca Lacordairiana*, de Vern.; *Cardiomorpha*, de Kon. *sp. ind.*; *Terebratula sacculus*, Mart.; *Id.*, *var. hastata*, Sow.; *Productus punctatus*, Mart.; *Chonetes Laguessiana*, de Kon.; *Fenestella membranacea*, M'Coy; *Perischodomus biserialis*, M'Coy, etc. Débris rares de végétaux. Tout récemment, on y a découvert une empreinte de *Sphenopteris Schimperi*, Gopp., dans les couches de la base, à *Chonetes papilionacea* et *Archæocidaris Urii*, témoignage probant de la proximité du rivage.

» Donc, les grès porphyriques du Roannais et du Beaujolais sont synchroniques des calcaires marins de l'Ardoisière, et l'on peut affirmer désormais que la faune de ces derniers a vécu pendant que se développait dans le voisinage, sur des terres fraîchement émergées, la flore anthraci-

fère. Cette vaste formation de grès doit en effet son existence à un exhaussement lent du sol qui a émergé à l'Est le fond de la mer, dès la fin du développement de la faune de Régny-Namur, pendant que le maintien du *statu quo*, ou la formation d'un pli concave, permettait à la mer de séjourner encore dans la région du Forez et de l'Allier, pendant toute la durée de la faune de l'Ardoisière-Visé. Le caractère du carbonifère de la France centrale ressort nettement de l'ensemble de ces faits, et l'on saisit les affinités étroites qui le rattachent à la fois au carbonifère de Belgique et des Vosges, en l'éloignant du type anglais auquel on l'avait comparé jusqu'ici. La portion centrale de notre carbonifère (car la partie occidentale se développe dans la Creuse, mais est mal connue paléontologiquement), exclusivement marine, reproduit les traits principaux du carbonifère belge. La portion orientale, au contraire, offre une similitude d'événements géologiques et une identité lithologique et paléontologique remarquable avec le sud des Vosges et de la Forêt-Noire; Plancher-les-Mines, avec sa faune découverte jadis par Jourdan, reproduit Régny. »

M. Lamey adresse une Note sur une apparence qu'il a remarquée en observant la queue de la comète. (Extrait.)

« La lumière solaire, ne pouvant pénétrer complètement la queue de la comète, n'illumine que la partie gauche et laisse dans l'obscurité le côté droit; c'est une véritable phase cométaire. L'opacité de la partie obscure produit l'apparence d'une bande noirâtre tranchant à gauche sur la lumière de la queue et à droite sur la lueur voilée du fond du ciel. »

M. Virlet d'Aoust adresse une Note intitulée « La queue d'une comète n'est que sa lumière propre, réfléchie sur son anneau cosmique ».

M. Tardy adresse une Note portant pour titre « Les comètes sont des lentilles convergentes ».

M. A. Coret adresse une Note portant pour titre « Théorie sur les cyclones et appareil de démonstration à l'appui de cette théorie ».

M. Roig y Torres adresse une réclamation de priorité relative au projet

d'éclairage électrique communiqué à l'Académie par M. Tabourin dans la séance du 20 juin 1881.

M. **Lamau** adresse la description d'un « appareil insufflateur à l'aide duquel on peut rappeler les noyés et les asphyxiés à la vie, même lorsque toute manifestation vitale a disparu depuis un temps relativement long ».

M. **L. Godefroy** adresse, par l'entremise de M. du Moncel, une description d'un orage à grêle observé le 18 juin 1881 à la Chapelle-Saint-Mesmin, dans le département du Loiret.

M. **Ch. du Pouzy** adresse, à propos de la Communication récente de M. Damour, la description d'une figurine sculptée, en jade de Chine, rapportée il y a quelques années de Shangaï.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 juin 1881.

Appendice au compte rendu sur le service du recrutement dans l'armée. Statistique médicale de l'armée pendant l'année 1878. Paris, Impr. nationale, 1880; in-4°. (Deux exemplaires.)

Etude de Thermodynamique expérimentale sur les machines à vapeur; par A. Ledieu. Paris, Dunod, 1881; in-8°.

Recherches sur la verticale; par M. Ant. d'Abbadie. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles.*)

Les satellites de Mars; par dom Lamey. Grignon (Côte-d'Or), au prieuré de Saint-Jean, 1880; br. in-8°. (Extrait de la *Revue des questions scientifiques.*)

Notice sur l'Observatoire de l'ancienne Société des Sciences de Montpellier; par M. Ed. Roche. Montpellier, Boehm et fils, 1881; in-4°.

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier. Mémoires de la Section des Sciences, t. X, 1er fascicule, année 1880. Montpellier, Boehm et fils, 1881; in-4°.

Recherches sur l'évolution du follicule dentaire chez les Mammifères; par les Drs CH. LEGROS et E. MAGITOT. Paris, Germer-Baillière, 1881; in-8°. (Renvoi au Concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Annales du Comité central agricole de la Sologne, t. V, n° 29. Romorantin, impr. Joubert, 1880; in-8°.

Rapprochement géologique entre le Vésuve et l'Hékla; par le Dr EUG. ROBERT. Sézanne, impr. du *Courrier de Sézanne*, 1881; br. in-8°.

Etude des fossiles des sables éocènes de la Loire-Inférieure; par M. ED. DUFOUR. Ire Partie : *Coquilles bivalves*. Nantes, Vve C. Mellinet, 1881; br. in-8°.

Appréciation des nouvelles théories chimiques; par le Prof. Is. KUPFFERSCHLAEGER. Paris, F. Savy; Liège, E. Decq; Bruxelles, Nebègue, 1880; in-8°.

Eléments de Chimie toxicologique à l'usage des pharmaciens et des médecins experts; par Is. KUPFFERSCHLAEGER. Liège, E. Decq, 1879; in-8°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal, vol. XII, année 1880; *par* le Dr H. HILDEBRANDSSON. Upsal, E. Berling, 1881; in-4°.

Annalen der k. k. Sternwarte in Wien; dritter Folge, neunundzwanzigster Band, Jahrgang 1879. Wien, J.-N. Vernay, 1880; in-8°.

Die Temperatur-Verhältnisse des Russischen Reiches auf Veranlassung seiner erlaucht des Herrn Staatssecretärs Graf P.-A. VON WALUEW, etc. Saint-Pétersbourg, 1881; 1 vol. in-4°, avec atlas in-folio.

The quarterly Journal of the geological Society, vol. XXXVII, n° 146, may 1881. London, 1881; in-8°.

New-York meteorological observatory of the department of public Parks. Central park, New-York. Abstract of registers from self-recording instruments, december 1880-january 1881. Daniel Draper, director. New-York, 1881; 2 livr. in-4°.

Azione dei raggi solari sul bromuro argenteo. Nota del dott. D. TOMMASI. Firenze, G. Pellas, 1881; br. in-8°.

Sulla stabilita dell' idrato rameico. Nota del dott. D. TOMMASI. Torino, G. Speirani, 1881; br. in-8°.

Sulla dissociazione dei sali ammoniacali alla temperatura ordinaria. Memoria del dott. D. TOMMASI. Parte prima : *Dissociazione del cloruro ammonico*. Firenze, G. Pellas, 1881; in-8°.

Ordinamento del servizio dei temporali nell' alta Italia. Al signor presidente

della R. Accademia d'Agricoltura di Torino, Lettera del P. Fr. Denza. — *L'altitudine dell' osservatorio del regio Collegio Carlo Alberto in Moncalieri e la livellazione barometrica. — Le stelle cadenti del 14 novembre 1880 osservate a Moncalieri. — La corrispondenza meteorologica italiana alpina-appennina. — La meteorologica delle montagne italiane. — Leggi della variazione diurna dell' elettricita atmosferica. — I presagi del tempo per l'Agricoltura. — Variazioni della declinazione magnetica. — Leggi delle variazioni dell' elettricita atmosferica del* Fr. Denza. Torino, 1879-1880; 9 br. in-8°.

Associazione italiana per le osservazione delle meteore luminose. Osservazione delle meteore luminose negli anni 1879, 1880, 1881. Sans lieu ni date; 2 br in-8°.

Anemografo e pluviografo del P. Fr. Denza. Roma, tipogr. Cenniniana, 1879; br. grand in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JUILLET 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après la lecture du procès-verbal, M. **Boussingault** donne communication de la Note suivante, sur les détonations constatées pendant les tremblements de terre.

« Dans le *Compte rendu* de la séance du 11 juillet, on lit un télégramme du vice-consul de France à Gabès, daté du 13 juin et relatif à des secousses de tremblement de terre qui se sont produites dans cette ville.

« Tremblement continue avec régularité ; secousses se succèdent d'heure en heure, avec des variations de cinq minutes en plus ou en moins ; toutes sont accompagnées d'un grondement sourd, quelquefois menaçant, précédées d'une forte détonation. »

» En 1827 j'étais à la Vega de Supia ; le 17 juin, à 6^h du soir, il y eut un tremblement de terre qui se fit sentir pendant six minutes. Le D^r Roulin, résidant à Bogota, trouva aussi six minutes. C'est l'agitation du sol la plus prolongée que j'aie constatée.

» Après le tremblement de terre, on entendit au sud-est des bruits instantanés, sans roulements ; le ciel était d'une grande pureté. Chronomètre en main, je reconnus que l'intervalle entre chaque commotion était à très

peu près de trente secondes. J'ai compté dix détonations dont l'intensité approchait de celle d'un coup de canon de 24.

» Le 9 décembre de la même année 1827, à la Vega de Supia, à $8^h 30^m$ du soir, on entendit au sud une détonation. Il n'y avait pas eu de tremblement de terre; l'aiguille de la boussole de déclinaison de Gambey était immobile. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète b 1881 (grande comète), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)* par MM. **Tisserand** et **G. Bigourdan.**

Dates. 1881.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ☄ — ☆	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ☄ — ☆	Déclinaison. Log. fact. par.
Juin 23.	*a*	2	$-16^m.16^s,40$	$+\bar{1},475$	$-15'.49'',0$	+ 0,918
23.	*b*	7	+ 0.18,36	$+\bar{1},356$	− 1.32,5	+ 0,931
24.	*c*	8	+ 0.59,07	$+\bar{1},381$	+ 1. 6,2	+ 0,927
24.	*d*	6	+ 2.21,76	$-\bar{1},387$	+ 1.39,1	+ 0,926
25.	*e*	8	− 3.38,78	$-\bar{1},273$	− 1.50,0	+ 0,931
26.	*f*	8	− 3. 5,97	$+\bar{1},097$	− 4.33,0	+ 0,931
28.	*g*	8	− 2.31,48	$+\bar{1},471$	+ 0.19,5	+ 0,902
29.	*h*	6	+ 3.57,26	$+\bar{1},481$	− 5.45,9	+ 0,895
Juill. 1.	*i*	9	+ 3.44,51	$+\bar{1},510$	+ 8.49,8	+ 0,881
2.	*j*	7	+ 7.49,80	$-\bar{1},243$	+ 1.54,0	+ 0,882

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1881,0.	Réduct. au jour.	Autorité.
Juin 23.	*a* β Cocher...........	$5^h.50^m.48^s,00$	$+1^s,70$	$+44°.56'. 0'',5$	$-3'',1$	*Conn. des Temps.*
23.	*b* 10639 Lalande......	5.34.16,95	+1,72	+44.47.22,6	−2,6	2 obs. mér. Paris.
24.	*c* 6166 Arg.-Œltzen....	5.37.21,03	+1,74	+49. 4.28,6	−2,9	Arg.-Œltzen.
24.	*d* 6156 »	5.36.41,04	+1,90	+49.46.20,1	−2,9	»
25.	*e* 6298 »	5.46.41,55	+1,77	+53.31.0,43	−3,4	»
26.	*f* 1593 Radcliffe I.....	5.50.26,86	+1,77	+56.54.39,0	−3,6	Radcliffe I.
28.	*g* 6518 Arg.-Œltzen ...	6. 0.50,07	+1,78	+62.59.49,5	−4,3	Arg.-Œltzen.
29.	*h* 6514-15-16 Arg.-Œlt.	6. 0.52,38	+1,79	+65.44.57,4	−4,3	»
Juill. 1.	*i* 402 Arg.-Zone + 70°.	6.16.39,21	+1,71	+69.59.48,5	−5,1	*Ann. de Bonn,* t. VI.
2.	*i* 322 » + 72°.	6.22.19,03	+1,66	+72. 6.11,6	−5,4	»

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Nombre de comparaisons.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.	Observateur.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Juin 23....	9.18.13	5.34.33,30	3	+44.40. 8,4	8	G.B.
23....	9.48.16	5.34.37,03	10	+44.45.47,5	20	G.B.
24....	9.51.26	5.38.21,84	18	+49. 5.31,9	30	G.B.
24....	13.58.32	5.39. 4,70	9	+49.47.56,3	18	G.B.
25....	12.33.27	5.43. 4,54	18	+53.29.49,6	36	G.B.
26....	10.46. 6	5.47.22,66	18	+56.50. 2,4	36	G.B.
28....	10.11.49	5.58.20,37	12	+63. 0. 4,7	23	T.
29....	10.12.29	6. 4.51,43	12	+65.39. 7,2	24	T.
Juill. 1....	10.12.55	6.20.25,43	9	+70. 8.33,2	18	T.
2....	12.12.49	6.30.10,49	15	+72. 8. 0,2	32	G.B.

ASTRONOMIE. — *Théorie de la flexion plane des solides, et conséquences relatives, tant à la construction des lunettes astronomiques, qu'à la réglementation de ces appareils, pour les affranchir des déviations de l'axe optique produites par la flexion* (¹); par M. **Yvon Villarceau**. (Extrait.)

« *Théorie.* — La déviation de l'axe optique provient de ce que, sous l'influence de la pesanteur, les deux parties de l'axe du tube, situées de part et d'autre de l'axe de rotation, n'affectent pas des figures symétriques par rapport à un plan mené, par ce dernier axe, perpendiculairement à la direction qu'aurait l'axe du tube si l'appareil était soustrait à l'action de la pesanteur.

» La partie la plus délicate du problème est ainsi de déterminer la courbe en laquelle se transforme l'axe de figure de chacun des deux tubes partiels dont se compose une lunette.

» La théorie exposée dans la *Mécanique* de Poisson (2ᵉ édition) doit, avant tout, être rectifiée en y rétablissant le facteur $(1+\delta)$, que ce géomètre réduit à l'unité, dans l'expression de l'allongement d'un filet donné. Cette rectification est ici absolument nécessaire, attendu qu'il en résulte un terme du second ordre, et que la considération des termes de cet ordre est l'objet essentiel de la présente théorie : nous nous proposons effectivement de montrer que, dans les lunettes bien construites, ces termes sont entière-

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 11 juillet 1881.

ment négligeables; sans quoi, nous ne pourrions songer à réduire à zéro les termes du premier ordre, suivant la méthode indiquée plus haut. Ajoutons que, dans le problème de la flexion des lunettes, où l'on néglige les termes du troisième ordre, il n'est pas nécessaire d'éliminer, par des différentiations, les intégrales que contient l'équation différentielle de la courbe, en substituant, comme le fait Poisson, une équation du quatrième ordre à l'équation proposée, qui est seulement du second. Il suffit de calculer les termes du premier ordre, ce qui n'offre aucune difficulté, et d'en substituer la valeur dans ceux du second; cela ne produit aucune altération dans le degré d'approximation convenu.

» L'expression la plus générale de l'ordonnée du centre optique de l'objectif, pendant la flexion, se compose d'une constante et de termes en $\sin z$, $\cos z$, $\sin 2z$ et $\cos 2z$; z désignant la distance zénithale accusée par la lecture faite sur un cercle divisé, lié invariablement à l'axe de rotation de la lunette. Si l'on convient de nommer termes du premier et du second ordre ceux qui ont en diviseur la première et la deuxième puissance du coefficient d'élasticité, on peut dire que les deux termes en $\frac{\sin}{\cos} z$ sont du premier ordre et que le terme constant, ainsi que ceux en $\frac{\sin}{\cos} 2z$, sont du second ordre.

» Quant à l'ordonnée de la croisée des fils, si l'on rapporte les coordonnées à des axes de directions opposées à celles qui répondent à l'objectif, on obtient cette ordonnée, en changeant z en $180° + z$ dans l'expression de l'ordonnée du centre optique de l'objectif.

» Il suit de là que la correction δz à appliquer à z, pour tenir compte des flexions, est de la forme

$$\delta z = Q + Q' + (A - A')\sin z + (C - C')\cos z + (W + W')\sin 2z + (w + w')\cos 2z.$$

» Les quantités Q, A, C, W et w désignent des constantes qui dépendent de la constitution physique de la partie du tube qui relie l'objectif au cube central et du poids Π du système objectif, ainsi que de la situation de son centre de gravité; les mêmes lettres, avec des accents, désignent des fonctions de même nature, relativement au système oculaire.

» On reconnaît aisément que, dans les lunettes semblables, les termes du premier ordre varient comme les dimensions linéaires et ceux du second ordre comme le carré de ces dimensions.

» Nous ferons abstraction de la partie $Q + Q'$, qui se confond évidemment avec sa collimation.

» En ce qui concerne les termes du second ordre ou les termes en $\frac{\sin}{\cos} 2z$, nous avons effectué et vérifié, avec le plus grand soin, leurs valeurs analytiques et nous avons trouvé que le plus fort des coefficients de ces termes, $W + W'$, formé de deux parties de mêmes signes, n'atteint que $0'',0002$ à $0'',0003$, dans les instruments méridiens de la plus grande dimension réalisée jusqu'ici : ce terme se réduirait au quart des valeurs précédentes, dans les instruments d'environ 2^m de distance focale). Ils sont donc absolument négligeables.

» Quant aux termes du premier ordre ou en $\frac{\sin}{\cos} z$, ils disparaîtront si l'on a exactement $A = A'$, $C = C'$, c'est-à-dire, si les deux tubes partiels et les charges qu'ils supportent constituent des systèmes mécaniquement identiques ; en sorte que la flexion astronomique serait nulle dans les instruments qui rempliraient ces conditions.

» De ce qui précède, nous ne voulons retenir que deux points, savoir : qu'on peut faire abstraction de la constante et considérer comme entièrement négligeables les termes en $\frac{\sin}{\cos} 2z$.

» *Conclusions pratiques.* — Nous supposerons qu'ayant fait un choix convenable des matières, on se propose de construire deux portions de tube de lunette, chargées à leurs extrémités des poids des systèmes objectif ou oculaire, dans des conditions d'égalité au moins approximative. Considérant le cas, uniquement pratiqué jusqu'ici, de profils rectilignes de la section méridienne des tubes, et supposant que les rayons extérieur et intérieur R_1 et r_1 aux extrémités libres aient été fixés par les convenances de la construction, nous conseillerions d'assujettir les rayons extérieur et intérieur R_0 et r_0 du tube, dans le plan d'assemblage avec le cube central, à la condition

$$R_0^2 + r_0^2 = R_1^2 + r_1^2,$$

en attribuant à r_0 la valeur minimum qui soit compatible avec la libre marche des rayons lumineux et avec l'absence de réflexions par les parois intérieures du tube.

» Dans ces conditions, la conicité sera peu prononcée à l'extérieur, et les épaisseurs croîtront des extrémités libres vers le cube central, circonstance favorable à la conservation de la figure des sections normales et à l'atténuation des irrégularités de figure, provenant de l'inégalité accidentelle de l'action des outils.

» Une extrême précision n'est pas nécessaire, car, arrivât-on à la réaliser, l'opération de la mise des fils au foyer viendrait tout troubler et donnerait naissance à des flexions qui, sans cela, pourraient ne pas exister.

» L'absence d'une conicité prononcée exigera que, indépendamment de la disposition nécessaire pour que l'une des extrémités du tube s'engage dans le cube central, à la manière d'un *centre* proprement dit, cette extrémité soit munie d'une large couronne, venue à la fonte avec le tube. Cette couronne devrait être solidement fixée, sur le cube, au moyen de deux rangs de boulons alternants.

» Enfin, il serait nécessaire d'adapter, à l'extérieur du tube et vers chacune de ses extémités libres, un système de deux tiges filetées, concentriques et *de même pas*, dont l'axe commun soit perpendiculaire à l'axe du tube et situé dans le plan du mouvement. Ces tiges seraient destinées à porter des masses que nous nommerons *complémentaires*.

» Imaginons que, la distance focale ayant été réglée, l'artiste ait pris les dispositions nécessaires pour que la lunette soit en équilibre, tant dans la position horizontale, que dans la position verticale; d'après ce qui précède, la flexion, ou plus exactement la correction pour la flexion, s'exprimera par la formule très simple

$$\delta z = f \sin z + g \cos z,$$

où les coefficients f et g représentent respectivement la flexion à l'horizon et la flexion au zénith.

Détermination expérimentale des flexions à l'horizon et au zénith.

» 1° *Flexion à l'horizon.* — Ayant pointé l'un sur l'autre deux collimateurs horizontaux, ou à peu près horizontaux, on pointera successivement la lunette sur chacun d'eux. Soient alors l la lecture du cercle correspondante à celui dont la distance zénithale est 90°, l' la lecture faite sur l'autre collimateur; on aura

$$f = \tfrac{1}{2}(l' - l) - 90^\circ.$$

» 2° *Flexion au zénith.* — Ayant fait les observations qui viennent d'être indiquées, on y joindra un pointé au nadir, auquel répondra une lecture n du cercle; puis on retournera l'instrument et, dans la nouvelle position, on fera de nouveaux pointés sur les collimateurs et au nadir. Désignant alors les lectures correspondantes aux premiers par λ, λ' et celle correspondante au nadir par ν, on aura une nouvelle valeur de f, et celle de g

s'obtiendra par la formule

$$g = \frac{1}{2}(n + \nu) - \frac{1}{4}(l + l' + \lambda + \lambda').$$

» Il est bon de remarquer que, si le cercle est muni de quatre microscopes, les valeurs de f et de g ainsi obtenues seront absolument indépendantes des erreurs de division du cercle.

» *Annulation de la flexion à l'horizon.* — Soit f_0 la valeur de f obtenue en l'absence des masses complémentaires. Adaptons sur les vis filetées, du côté de l'objectif, deux masses dont les poids réunis seront désignés par $\Delta\Pi$, et soit f_1 la valeur de f que détermine l'addition de ces masses. Enlevons ces mêmes masses; adaptons du côté de l'oculaire deux masses dont le poids total sera $\Delta\Pi'$, et soit f_2 la valeur de f correspondante à cet état de l'instrument. Si l'on désigne par $\delta\Pi$ et $\delta\Pi'$ les masses à adapter à l'objectif et à l'oculaire pour réduire la flexion f à zéro, L et L' les distances des axes des tiges filetées à l'axe de rotation, on aura, pour déterminer $\delta\Pi$ et $\delta\Pi'$, les relations

$$\frac{f_1 - f_0}{\Delta\Pi}\,\delta\Pi + \frac{f_2 - f_0}{\Delta\Pi'}\,\delta\Pi' = -f_0,$$

$$L\,\delta\Pi - L'\,\delta\Pi' = 0.$$

» On règlera la position des masses composantes le long des tiges filetées, de manière à rétablir au besoin l'équilibre de l'instrument dans la position verticale, et en ayant le soin de leur laisser une course disponible et suffisante pour l'opération qui suit : cela n'offrira aucune difficulté.

» *Annulation de la flexion au zénith.* — Soit g_0 la valeur de g que l'on déterminera, l'instrument étant muni des masses complémentaires $\delta\Pi$ et $\delta\Pi'$, et soient notées, en tours de vis τ, les positions des masses composantes, en comptant les tours dans un même sens pour le côté de l'objectif, et également dans un même sens, mais contraire au précédent, pour le côté de l'oculaire.

» Déplaçons les masses $\delta\Pi$ d'un même nombre de tours $\Delta\tau$, et soit g_1 la valeur que prend la constante g dans cet état de l'instrument.

» Rétablissons ces masses dans leur état primitif et déplaçons les masses $\delta\Pi'$ d'un nombre $\Delta\tau'$ de tours de vis, et soit g_2 la valeur correspondante de g.

» On aura, pour déterminer les positions des masses $\delta\Pi$ et $\delta\Pi'$, qui sont

propres à annuler le coefficient g, les relations suivantes

$$\frac{g_1 - g_0}{\Delta\tau}\,\delta\tau + \frac{g_2 - g_0}{\Delta\tau'}\,\delta\tau' = -\,g_0,$$
$$\delta\Pi\,\delta\tau - \delta\Pi'\,\delta\tau' = 0,$$

où $\delta\tau$ et $\delta\tau'$ désignent les déplacements à effectuer à partir des positions initiales des masses, et dans les sens indiqués plus haut.

» Nous devons faire remarquer que les valeurs de $\delta\tau$, $\delta\tau'$ correspondantes à un instrument dont les tubes seraient parfaitement semblables et d'ailleurs équilibrés se présenteraient sous la forme $\frac{0}{0}$; c'est qu'alors g_0 serait effectivement nul, et l'on n'aurait qu'à satisfaire à la dernière des deux équations précédentes, c'est-à-dire à une simple condition d'équilibre. Les valeurs de $\delta\Pi$, $\delta\Pi'$ pourront aussi donner lieu à une indétermination analogue.

» On profitera, au besoin, de l'indétermination réelle ou seulement approchée, dans les cas où elle viendrait à se produire.

» Si l'on observe que l'emploi et le déplacement des masses $\delta\Pi$ et $\delta\Pi'$ ne sont nécessités que par un défaut d'égalité des tubes partiels et de leurs accessoires, ou par un léger dérangement occasionné par la mise au foyer, on reconnaîtra que, dans les conditions supposées, ces masses et ces déplacements seront peu considérables.

» Nous ne pouvons insister ici sur les difficultés que présente l'observation des collimateurs horizontaux, en raison de leur faible hauteur audessus du sol et des réfractions anomales qui en sont les conséquences; mais nous ne pouvons passer sous silence un autre genre de difficulté, celle qui provient d'une insuffisance de la tension du fil horizontal du réticule.

» Sous l'influence de l'humidité de l'air, ce fil prend une courbure dont l'effet se confond avec celui qui répond au terme $f\sin z$ de la formule de la flexion; si donc on ne prend pas les précautions convenables, il pourra arriver que le coefficient f offre des variations apparentes, alors qu'en réalité il n'aura subi aucun changement. Le moyen de parer à une telle éventualité consiste évidemment à comparer les variations de f, si elles se produisent, avec les variations hygrométriques correspondantes.

» Nous avons indiqué autrefois un moyen de déterminer la courbure ou plutôt la figure d'un fil horizontal, mais les circonstances nous ont empêché jusqu'ici de l'expérimenter. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des formes quadratiques;* par M. C. JORDAN.

« I. Nous dirons qu'une substitution

$$(1) \qquad S = \begin{vmatrix} x_1 & \alpha_{11}x_1 + \ldots + \alpha_{1n}x_n \\ \ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_n & \alpha_{n1}x_1 + \ldots + \alpha_{nn}x_n \end{vmatrix},$$

de déterminant δ, est réduite si l'on a identiquement

$$(2) \left\{ \begin{array}{l} N(\alpha_{11}x_1 + \ldots + \alpha_{1n}x_n) + \ldots + N(\alpha_{n1}x_1 + \ldots + \alpha_{nn}x_n) \\ \quad = \mu_1 N(x_1 + \varepsilon_{12}x_2 + \ldots + \varepsilon_{1n}x_n) + \mu_2 N(x_2 + \varepsilon_{23}x_3 + \ldots) + \ldots + \mu_n N x_n, \end{array} \right.$$

$N(x)$ représentant la norme de x, $\mu_1, \ldots, \mu_n$ étant des quantités positives satisfaisant aux relations

$$(3) \qquad \mu_{k+1} \overline{\gtrless} \tfrac{1}{2}\mu_k, \quad \mu_1\mu_2\ldots\mu_n = N(\delta)$$

et $\varepsilon_{12}, \ldots, \varepsilon_{n-1,n}$ des quantités complexes dont la norme ne surpasse pas $\frac{1}{2}$.

» Nous avons montré (*Journal de l'École Polytechnique*, XLVIII[e] Cahier):

» 1° Que toute substitution S, multipliée par une substitution convenable T à coefficients entiers, donnera une substitution réduite ST;

» 2° Que si S et ST sont toutes deux réduites, et si les coefficients $\beta_{11}, \ldots, \beta_{nn}$ de T sont entiers, tous leurs modules seront limités en fonction de n;

» 3° Enfin que, si l'un des rapports $\frac{\mu_2}{\mu_1}, \ldots, \frac{\mu_n}{\mu_{n-1}}$, tel que $\frac{\mu_{\rho+1}}{\mu_\rho}$, surpasse 2^{4n-5}, on aura

$$\beta_{kl} = 0 \quad \text{pour} \quad k > \rho, \ l \overline{\overline{<}} \rho.$$

» Une forme G, algébriquement équivalente à une forme F, sera dite *réduite par rapport à* F si, parmi les substitutions qui transforment F en G, il en est une S qui soit réduite. Cette transformation se représentera commodément par l'équation

$$(4) \qquad FS = G.$$

» Il est clair que toute forme G algébriquement équivalente à F peut être transformée en une réduite équivalente.

» II. Soient $F = \Sigma a_{kl}x_k x_l$ une forme quadratique à n variables à coeffi-

cients quelconques et de discriminant $\Delta \gtrless 0$; $G = \Sigma b_{kl} x_k x_l$ une forme à coefficients entiers complexes, de même déterminant, et qui soit la transformée de F par la substitution réduite S.

» L'équation (2) donnera

$$N\alpha_{1k} + \ldots + N\alpha_{nk} = \mu_1 N\varepsilon_{1k} + \mu_2 N\varepsilon_{2k} + \ldots + \mu_k,$$

et par suite, quel que soit λ,

$$N\alpha_{\lambda k} \overset{=}{<} \mu_1 N\varepsilon_{1k} + \mu_2 N\varepsilon_{2k} + \ldots + \mu_k,$$

et, en vertu des relations (3),

$$(5) \qquad N\alpha_{\lambda k} \overset{=}{<} 2^{\rho-1}\mu_\rho, \quad \text{mod.}\ \alpha_{\lambda k} \overset{=}{<} 2^{\frac{\rho-1}{2}}\sqrt{\mu_\rho},$$

ρ étant un entier quelconque non $< k$, mais non $> n$.

» L'équation (4) donnera

$$b_{kl} = \sum_{\lambda,\rho} a_{\lambda\rho}(\alpha_{\lambda k}\alpha_{\rho l} + \alpha_{\lambda l}\alpha_{\rho k}),$$

et, en vertu de (5),

$$\text{mod.}\ b_{kl} \overset{=}{<} 2^{\frac{\rho+\sigma}{2}}\sqrt{\mu_\rho \mu_\sigma}\, s,$$

s désignant la somme des modules des coefficients $a_{\lambda\rho}$ de la forme F, ρ un entier non $> k$ mais non $> n$, σ un entier non $> l$ mais non $< l$.

» On voit par là :

» 1° Que la connaissance d'une limite supérieure de $\mu_\rho \mu_\sigma$ suffira pour assigner une limite supérieure aux modules de ceux des coefficients b dont les indices ne surpassent pas respectivement ρ et σ;

2° Et notamment que, si l'on a

$$\mu_\rho \mu_\sigma < \frac{1}{2^{\rho+\sigma} s^2},$$

tous ces coefficients seront nuls, car ce sont des entiers dont le module est < 1.

» III. Faisons, pour abréger,

$$2^{n+1} s^2 = m.$$

» Chacun des produits $\mu_1 \mu_n, \ldots, \mu_\rho \mu_{n-\rho+1}$ sera compris entre $\frac{1}{m}$ et m^{n-1}.

» En effet, si l'on avait $\mu_\rho \mu_{n-\rho+1} < \frac{1}{m}$, on en déduirait, d'après ce qui

précède,

$$b_{kl} = 0 \quad \text{si} \quad k \leqq \rho, \quad l \leqq n - \rho + 1,$$

d'où $\Delta = 0$, contrairement à l'hypothèse.

» D'autre part, S ayant l'unité pour déterminant, on aura

$$\mu_1 \mu_n . \mu_2 \mu_{n-1} \ldots \mu_\rho \mu_{n-\rho+1} \ldots = (\mu_1 \mu_2 \ldots \mu_n)^2 = 1.$$

Remplaçant tous les produits binaires, sauf un seul, par leur limite inférieure $\frac{1}{m}$, il viendra

$$\mu_\rho \mu_{n-\rho+1} \leqq m^{n-1}.$$

» L'indice ρ étant quelconque, il résulte de cette inégalité que tous ceux des coefficients b où la somme des indices ne surpasse pas $n+1$ ont leurs modules limités.

» IV. Deux cas sont à distinguer pour l'étude des autres coefficients :

» 1° Si l'on a constamment

$$(6) \qquad \mu_{k+1} \leqq e\mu_k \quad \text{lorsque} \quad k \leqq \frac{n}{2},$$

e désignant une constante arbitraire $> 2^n s^2 m^{n-1}$, on en déduira, en vertu des inégalités $\mu_k \mu_{n-k+1} \leqq m^{n-1}$, $\mu_{k+1} \mu_{n-k} \geqq \frac{1}{m}$,

$$(7) \qquad \mu_{n-k+1} \leqq e m^n \mu_{n-k}.$$

» Les rapports $\frac{\mu_2}{\mu_1}, \ldots, \frac{\mu_n}{\mu_{n-1}}$ étant tous limités, leur produit $\frac{\mu_n}{\mu_1}$ le sera. Mais $\mu_1 \mu_n$ l'est également : donc $\mu_n \mu_n$, et par suite les modules de tous les coefficients b, seront limités.

» Les réduites à coefficients limités ainsi obtenues pourront s'appeler *réduites ordinaires*.

» V. Supposons, au contraire, qu'il existe des valeurs de k non supérieures à $\frac{n}{2}$, pour lesquelles l'inégalité (6) n'ait pas lieu. Soient, par exemple, ρ et σ ces valeurs, et soit $\rho < \sigma$.

» On aura tout d'abord

$$\mu_\rho \mu_{n-\rho} < \frac{1}{e} \mu_{\rho+1} \mu_{n-\rho} < \frac{1}{e} m^{n-1} < \frac{1}{2^n s^2}$$

et de même

$$\mu_\sigma \mu_{n-\sigma} < \frac{1}{2^n s^2},$$

d'où

$$b_{kl} = 0 \left\{ \begin{array}{ll} \text{si } k \leqq \rho, & l \leqq n - \rho, \\ \text{si } k \leqq \sigma, & l \leqq n - \sigma. \end{array} \right.$$

» En second lieu, l'inégalité (6) étant satisfaite, ainsi que la relation (7), qui en est la conséquence, pour les valeurs de k, qui sont $< \rho$, ou $> \rho$ mais $< \sigma$, ou $> \sigma$ mais $\leqq \tau$, τ désignant le plus grand entier contenu dans $\frac{n}{2}$, on aura

$$\begin{aligned} \mu_\rho \mu_n &\leqq e^{\rho-1} \mu_1 \mu_n \leqq e^{\rho-1} m^{n-1}, \\ \mu_\sigma \mu_{n-\rho} &\leqq e^{\sigma-\rho-1} \mu_{\rho+1} \mu_{n-\rho} \leqq e^{\sigma-\rho-1} m^{n-1}, \\ \mu_\tau \mu_{n-\sigma} &\leqq e^{\tau-\sigma-1} \mu_{\sigma+1} \mu_{n-\sigma} \leqq e^{\tau-\sigma-1} m^{n-1}. \end{aligned}$$

» Donc b_{kl} aura son module limité :

» 1° Si $k \leqq \rho$;

» 2° Si $k > \rho \leqq \sigma$ et $l = n - \rho$;

» 3° Si $k > \sigma \leqq \frac{n}{2}$ et $l \leqq n - \sigma$.

» Les autres coefficients ne sont assujettis à aucune limitation.

» VI. On voit par là qu'il existe, outre les réduites ordinaires signalées plus haut, des *réduites singulières* où certains coefficients cessent d'être limités. En revanche, d'autres coefficients seront nécessairement nuls.

» Cette circonstance établit une différence essentielle entre les formes quadratiques et les formes de degrés supérieurs, qui n'ont que des réduites ordinaires (lorsque le discriminant n'est pas nul).

» Pour les formes quadratiques à cinq variables x, y, z, u, v, par exemple, on aura les trois espèces suivantes de réduites singulières,

(8) $(ax + By + Cz + Du + Ev)v +$ fonct. quadr. (y, z, u),

(9) $(ax + By + Cz + Du + Ev)v + (b'y + C'z + D'u)u + c''z^2$,

(10) $(ax + by + Cz + Du + Ev)v + (a'x + b'y + C'z + D'u)u + c''z^2$,

où nous avons mis en évidence, au moyen de lettres majuscules, les coefficients non limités.

» VII. Une quelconque de ces réduites peut d'ailleurs être transformée,

par une substitution de la forme

$$\left|\begin{array}{ll} x & x+\alpha_{12}y+\ldots+\ldots+\alpha_{15}v \\ y & \qquad y+\alpha_{23}z+\ldots+\alpha_{25}v \\ . & \qquad\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ u & \qquad\qquad u+\alpha_{45}v \\ v & \qquad\qquad\qquad v \end{array}\right|,$$

en une forme *simple* équivalente, dont tous les coefficients sont limités.

» En effet, considérons par exemple une réduite de l'espèce (10). Changeons x, y en $x+\alpha z, y+\beta z$. Les coefficients C et C′ seront changés en

$$a\alpha+b\beta+\mathrm{C},\quad a'\alpha+b'\beta+\mathrm{C}'.$$

» Or on peut déterminer deux entiers, γ et γ', de norme inférieure à $\frac{1}{2}\mathrm{N}(\Delta)$ et tels que l'on ait

$$\mathrm{C}\equiv\gamma,\quad \mathrm{C}'\equiv\gamma'\quad(\mathrm{mod.}\,\Delta).$$

» Si maintenant on pose

$$a\alpha+b\beta+\mathrm{C}=\gamma,\quad a'\alpha+b'\beta+\mathrm{C}'=\gamma',$$

on trouvera pour α et β des valeurs entières, car $\mathrm{C}-\gamma$, $\mathrm{C}'-\gamma'$, étant divisibles par $\Delta=(ab'-ba')c''$, le seront *a fortiori* par $ab'-ba'$.

» On pourra donc, par ce changement de variables et d'autres analogues, réduire les coefficients C, C′, D, D′, E, E′ à avoir leurs normes $<\frac{1}{2}\mathrm{N}(\Delta)$.

» VIII. Toute forme de degré Δ est équivalente à une réduite ordinaire, ou à une réduite singulière, équivalente elle-même à une forme simple. Les réduites ordinaires et les formes simples ayant leurs coefficients limités sont en nombre limité. Les formes de discriminant Δ sont donc en nombre limité.

» La limite dépend du discriminant et de la somme s des modules des coefficients de F. Si l'on prend, ce qui est permis,

$$\mathrm{F}=\Delta^{\frac{1}{n}}(x_1^2+\ldots+x_n^2),$$

on aura $s=n\Delta^{\frac{1}{n}}$, et la limite ne dépendra plus que de Δ et de n. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur l'éther glycolique et sur les oxydes d'éthylène;* par M. BERTHELOT.

« 1. Parmi les composés organiques, il en est peu d'aussi remarquables que l'éther glycolique ou oxyde d'éthylène, découvert par notre confrère M. Wurtz, qui en a mis en évidence les propriétés et les réactions. La suite de mes recherches sur la Mécanique chimique m'a conduit à aborder l'étude thermique de ce corps fondamental et celle de ses relations avec l'aldéhyde, corps isomère qui représente aussi un oxyde d'éthylène, mais avec une fonction différente. Voici mes résultats.

» 2. *Chaleur de combustion.* — L'oxyde d'éthylène, qui bout à 13°,5, se prête très bien à la mesure de sa chaleur de combustion par détonation, conformément à ma nouvelle méthode. On a pris soin, d'ailleurs, d'opérer sur un produit récemment préparé et introduit par distillation immédiate dans les ampoules, afin d'éviter le mélange des polymères qui se forment si promptement.

» On a trouvé, pour la chaleur de combustion, à volume constant,

$$C^4H^4O^2 \text{gaz} + O^{10} = 2C^2O^4 + 2H^2O^2 \text{liq} \ldots \quad 306^{Cal},4;\ 309^{Cal},5;\ 311^{Cal},7;\ 302^{Cal},7;$$
$$\text{Moyenne} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad 307^{Cal},5.$$

Ce qui fait, à pression constante : $+ 308^{Cal},4$.

» L'éther glycolique liquide donnerait : $+ 302^{Cal},3$.

» 3. En effet, la *chaleur de vaporisation* de l'éther glycolique $C^4H^4O^2$ a été trouvée $6^{Cal},2$ et $6^{Cal},0$; en moyenne $6^{Cal},1$.

» La *chaleur de dissolution* du liquide à 13°, dans 160 parties d'eau : $+ 1^{Cal},6$ et $+ 1^{Cal},4$; en moyenne $+ 1^{Cal},5$.

» 4. *Chaleur de formation depuis les éléments.* — On tire de là :

	Cal
C^4(diamant) $+ H^4 + O^2 = C^4H^4O^2$ gaz, dégage.........	$+ 17,7$
$C^4H^4O^2$ liquide, dégage.............................	$+ 23,8$
$C^4H^4O^2$ dissous dans l'eau..........................	$+ 25,3$

» 5. *Formation de l'éther glycolique avec l'éthylène.* — La chaleur dégagée par la transformation de l'éthylène en éther glycolique :

$$C^4H^4 + O^2 = C^4H^4O^2 \text{ gaz, égale : } + 33^{Cal}.$$

» Cependant cette réaction n'a pas lieu directement, mais par l'intermé-

diaire du brome, qui forme du bromure d'éthylène, transformable ensuite en oxyde. L'oxydation directe et ménagée de l'éthylène par l'acide chromique pur, par exemple, fournit au contraire de l'aldéhyde, de même que celle du camphène produit du camphre, d'après mes expériences. Je reviendrai tout à l'heure sur la comparaison entre l'éther glycolique et l'aldéhyde; mais je remarque dès à présent que la chaleur dégagée par la métamorphose de l'éthylène en éther glycolique est sensiblement la moitié de la chaleur de formation de l'aldéhyde gazeux avec les mêmes composants (+ 65,9); peut-être est-ce en raison de cette circonstance que l'éther glycolique n'a pas été observé; son isomère étant formé avec un dégagement de chaleur plus considérable, il prend naissance de préférence, ou peut-être résulte-t-il de sa transformation immédiate.

» Si nous comparons la formation de l'éther glycolique à celle des éthers d'alcools monoatomiques, envisagés comme oxydes, nous trouvons que le diméthyle

$(C^2H^3)^2 + O^2 = (C^2H^3O)^2$, dégagerait. . . . . + 44,1

chiffre du même ordre de grandeur, mais qui ne répond pas à un phénomène réel, le diméthyle ne reproduisant pas l'éther méthylique, même indirectement.

» Le changement du diméthyle en alcool

$C^4H^6 + O^2 = C^4H^6O^2$ gaz, dégagerait. . . . . + 55,0

Il répond à une transformation réalisable, quoique par voie indirecte, et dégage une quantité de chaleur fort voisine de celle de la formation de la vapeur d'eau (+ 59). Mais la fonction du produit, l'alcool, n'est pas exactement la même que celle de l'éther glycolique, l'alcool ordinaire étant un corps complet, incapable d'additions directes; tandis que l'éther glycolique est un corps incomplet, susceptible de s'unir par simple addition aux autres corps, au même titre que l'éthylène générateur.

» 6. La *transformation de l'éther glycolique en glycol par hydratation* s'effectue, comme on sait, aisément sous l'influence du temps et de l'échauffement. La chaleur qu'elle dégage est en effet considérable. Elle peut être calculée, d'après mes résultats, joints à ceux de M. Louguinine sur la chaleur de combustion du glycol : ce dernier étant formé dans l'état liquide et depuis les éléments

C^4 (diamant) $+ H^6 + O^4 = C^4H^6O^4$ liquide, dégage. . . . . . + 111,7

» J'ai encore mesuré, comme nouveau terme de comparaison, la *chaleur de dissolution du glycol.*

» Deux expériences, faites à 19°,5 avec 1 partie de glycol et 90 parties d'eau, ont fourni :

$C^4H^6O^4$ liquide + eau, dégage .... $+ 1^{Cal},75$ et $+ 1^{Cal},73$
Moyenne................ $+ 1^{Cal},73$;

c'est-à-dire qu'il y a dégagement de chaleur, et probablement formation de certains hydrates, comme avec la glycérine et les divers alcools [1]. Cela posé, la transformation de l'éther glycolique en glycol, transformation qui s'effectue aisément en chauffant la dissolution d'éther glycolique :

$C^4H^4O^2$ liquide + H^2O^2 liquide
$= C^4H^6O^4$ liquide, dégage.... $+111^{Cal},7 - 22^{Cal},8 + 69^{Cal} = + 18^{Cal},9$

Tous les corps dissous : $+ 19^{Cal},1$.

» Ce chiffre est considérable et du même ordre de grandeur que l'hydratation de l'acide sulfurique anhydre et celle de la baryte, rapportées au même poids d'eau :

S^2O^6 solide + H^2O^2 liquide = $S^2O^8H^2$ liquide .... $+ 20^{Cal},4$
2BaO solide + H^2O^2 liquide = 2(BaO, HO) solide........... $+ 17^{Cal},6$

» Comparons l'hydratation de l'éther glycolique à celle des composés organiques. Le rapprochement qui se présente tout d'abord, c'est la transformation de l'éthylène en alcool.

» Pour rendre les données comparables, il faut ici les calculer depuis l'éthylène gazeux :

C^4H^4 gaz + H^2O^2 liquide = $C^4H^6O^2$ liquide, dégage .... $+16^{Cal},9$
$C^4H^4O^2$ gaz + H^2O^2 liquide = $C^4H^6O^4$ liquide, dégage .... $+25^{Cal},0$

» On voit que la chaleur d'hydratation de l'éther glycolique surpasse notablement celle de l'éthylène; aussi la première métamorphose s'effectue-t-elle plus aisément que la seconde.

» Si nous voulons étendre cette comparaison à la transformation indirecte de l'éther ordinaire en alcool, nous observerons que

$C^4H^4(C^4H^6O^2)$ gaz + H^2O^2 liquide = $2C^4H^6O^2$ liquide, dégage........ $+7,0$

quantité bien moindre que la chaleur d'hydratation de l'éther glycolique.

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 515.

Mais aussi nous avons affaire ici à deux ordres de travaux, l'hydratation de l'éther ordinaire étant accompagnée par le dédoublement de la molécule; ce qui n'a pas lieu avec l'éther glycolique.

» Avec l'éther ordinaire liquide, la chaleur dégagée est presque nulle : + 0,3. Aussi la transformation de l'éther ordinaire en alcool exige-t-elle une énergie auxiliaire, agissant avec le concours de la production d'un composé intermédiaire, tel que l'acide éthylsulfurique, engendré par l'acide sulfurique, ou le peroxyde d'éthyle, engendré par l'ozone, d'après mes récentes expériences : ces composés, qui renferment une réserve d'énergie relative supérieure à l'éther ordinaire, sont en effet décomposables ultérieurement par l'eau, avec régénération d'alcool.

» 7. Examinons la substitution des corps halogènes à l'oxygène, substitution qui se produit dans deux sens inverses, suivant que l'on opère sur les composés des métaux ou sur ceux des métalloïdes. A cet égard, les dérivés éthérés viendraient se ranger auprès des métalloïdes, car :

$C^4H^4Br^2$ gaz + O^2 = $C^4H^4O^2$ gaz + Br^2 gaz, dégagerait..... + 4,0
C^4H^5Br gaz + O = C^4H^5O gaz + Br gaz, dégagerait...... + 1,6
C^2H^3Br gaz + O = C^2H^3O gaz + Br gaz, dégagerait...... + 8,3

» Les analogies entre l'éther glycolique et les éthers méthylique et éthylique se maintiennent donc ici. Mais il importe d'ajouter qu'il ne s'agit pas de réactions réelles, les composés des radicaux organiques complexes ne supportant pas, comme les oxydes et les bromures des éléments véritables, la haute température nécessaire pour opérer de telles substitutions.

» Au contraire, dans le cas des composés des radicaux organiques, comme dans celui des composés des éléments minéraux, il est facile d'opérer les substitutions inverses de l'oxygène par le brome, en faisant intervenir leurs combinaisons avec l'hydrogène et en tirant parti de cette circonstance que la chaleur de formation du gaz aqueux surpasse celle du gaz bromhydrique. En effet :

$C^4H^4O^2$ gaz + 2HBr = $C^4H^4Br^2$ gaz + H^2O^2 gaz, dégage.... + 28,0
C^2H^3O gaz + HBr = C^2H^3Br gaz + HO gaz, dégage.... + 7,8
C^4H^5O gaz + HBr = C^4H^5Br gaz + HO gaz, dégage.... + 14,4

» Toutes ces réactions s'effectuent, en effet, directement.

» En présence d'un excès d'eau, elles peuvent être à leur tour renversées, avec formation des alcools eux-mêmes; mais toujours en vertu des principes thermochimiques, attendu que la chaleur d'hydratation de l'hy-

dracide changé en hydrate et celle de l'éther changé en alcool concourent au phénomène.

» 8. J'ai étudié l'action de la chaleur sur l'éther glycolique. Ce gaz, chauffé au rouge sombre dans une cloche courbe pendant une demi-heure, double de volume sensiblement, en donnant naissance à des volumes égaux d'oxyde de carbone et de formène :

$$C^4H^4O^2 = C^2O^2 + C^2H^4, \text{ réaction qui dégage} \ldots\ldots \quad +26,2$$

» Elle est précédée par une première transformation, qui donne naissance à un liquide très volatil, condensé partiellement dans les parties froides de la cloche, lequel s'évapore ensuite complètement et disparaît pendant le cours de l'opération. C'est probablement de l'aldéhyde, produit par un premier changement isomérique. La décomposition finale est d'ailleurs la même que j'ai observée il y a quelque temps sur l'aldéhyde pur [1]. Elle s'opère de la même manière lorsque le gaz est mêlé avec son volume d'hydrogène.

» 9. Le moment est venu d'examiner les relations entre l'éther glycolique et l'aldéhyde; il s'agit de l'un des cas d'isomérie les plus remarquables qui existent en Chimie; les deux corps étant formés des mêmes éléments, sous la même condensation, mais avec une fonction chimique différente. En général, d'après l'ensemble des faits connus, la perte d'énergie va croissant lorsqu'on passe d'un carbure à un alcool ou à un éther, formés par addition ou substitution des éléments de l'eau ; et elle augmente rapidement lorsqu'on fait intervenir des phénomènes d'oxydation, tels que les réactions susceptibles d'engendrer les aldéhydes et les acides. Il serait même facile de calculer les constantes, ou plutôt les valeurs thermiques moyennes, qui caractérisent chacune de ces réactions. Mais, ces valeurs changeant d'une série à l'autre, il me semble préférable d'insister surtout sur le signe et l'ordre de grandeur du phénomène. Ces inductions montrent que la perte d'énergie, depuis les éléments, doit être plus grande pour l'aldéhyde que pour l'éther glycolique. C'est en effet ce que confirme l'expérience, la chaleur de combustion du dernier corps étant notablement supérieure à celle du premier.

» En fait,

C^4 (diamant) $+ H^4 + O^2 = C^4H^4O^2$ dégage, en formant l'éther glycolique gazeux. $+17,7$
en formant l'aldéhyde gazeux....... $+50,5$

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 472.

» L'éther glycolique contient donc une réserve d'énergie bien plus considérable que l'aldéhyde ; ce qui explique la grande plasticité du premier corps, son aptitude extrême à se polymériser, constatée par la formation de l'aldol et de ses dérivés, sa faculté de s'unir directement à l'eau et aux acides, parfois même dès la température ordinaire (chlorhydrate d'oxyde d'éthylène). Observons ici que l'éther glycolique et l'aldéhyde fournissent deux séries parallèles de composés isomères, en s'unissant avec deux molécules acides : les uns sont les éthers biatomiques du glycol, les autres les dérivés biacides de l'aldéhyde, composés moins stables que les éthers.

» La métamorphose même de l'éther glycolique en aldéhyde dégagerait $+32^{Cal},8$, ce changement de fonction étant accompagné d'une perte d'énergie, sans changement dans la condensation. Une telle transformation isomérique semble avoir lieu, en effet, sous l'influence de la chaleur, comme il a été dit plus haut; elle a lieu aussi dans les conditions de l'état naissant, car le glycol, sous l'influence du chlorure de zinc, fournit de l'aldéhyde, au lieu d'éther glycolique. Cela prouve que les transformations par hydratation ou déshydratation, opérées en présence des chlorures métalliques et autres agents modificateurs des isomères, ne conduisent pas à des conclusions certaines en ce qui touche les relations véritables de constitution des corps transformés. En effet, si l'on ne savait pas déshydrater le glycol, autrement que par les chlorures métalliques, on serait induit à conclure la constitution du glycol de celle de l'aldéhyde, en méconnaissant ses relations plus prochaines avec l'éther glycolique. Dans cet ordre de discussion, les relations thermiques offrent une importance capitale : la constitution de deux corps étant d'autant plus analogue, en général, qu'ils sont formés l'un au moyen de l'autre avec une moindre perte d'énergie.

» **10.** Insistons enfin sur les relations qui existent, d'une part, entre l'éthylène et l'aldéhyde et, d'autre part, entre l'éthylène et l'éther glycolique. L'aldéhyde seul devait être appelé *oxyde d'éthylène*, car il se forme directement, comme je l'ai montré, lorsqu'on oxyde l'éthylène avec ménagement; il en constitue à proprement parler le premier oxyde, l'acide acétique étant le second :

$$C^4H^4 + O^2 = C^4H^4O^2 \text{ (aldéhyde)},$$
$$C^4H^4 + O^4 = C^4H^4O^4 \text{ (acide acétique)};$$

la chaleur même dégagée dans les deux degrés d'oxydation est sensiblement proportionnelle à l'oxygène fixé, lorsqu'on prend tous les corps

sous la forme gazeuse : soit + 65,9 pour l'aldéhyde; + 131,1 pour l'acide acétique.

» L'éther glycolique ne satisfait pas à ces relations de synthèse directe, n'étant pas formé par l'oxydation immédiate de l'éthylène, ni susceptible de former de l'acide acétique. Cependant on peut concevoir, comme il a été dit, que si l'éther glycolique ne se forme pas directement avec l'éthylène, mais l'aldéhyde, c'est que la production de ce dernier dégage plus de chaleur. A ce point de vue, on pourrait peut-être assimiler la métamorphose de l'éther glycolique dans l'aldéhyde isomère à celle de certains oxydes métalliques (oxyde de chrome et analogues) en oxydes isomères, formés avec dégagement de chaleur, et qui ont perdu, en même temps qu'une certaine dose d'énergie thermique, une partie même de leur activité chimique.

» J'ai poursuivi cette comparaison entre les réactions des oxydes minéraux et celles de l'éther glycolique jusque dans l'étude des combinaisons que l'éther glycolique forme avec les acides et spécialement avec l'acide chlorhydrique : je ferai bientôt connaître mes résultats. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trajectoire des cyclones et sur les avertissements transmis par les câbles télégraphiques.* Remarques de M. **Faye** à propos d'une Note de M. le commandant Bridet.

« Une des plus brillantes conquêtes de la Science moderne, c'est assurément la découverte des lois des tempêtes. Tout le monde sait aujourd'hui que les tempêtes décrivent à la surface du globe des orbites régulières de forme à peu près parabolique, ayant leurs sommets du 25e au 30e degré de latitude et leur concavité dirigée à l'Est. Leur mouvement de translation, d'abord assez lent, puis de plus en plus accéléré, s'y effectue de gauche à droite, sur notre hémisphère, pour un observateur situé à l'intérieur de cette vaste courbe; de droite à gauche sur l'hémisphère opposé. C'est par la seconde branche, la plus éloignée de l'équateur, que les tempêtes d'Amérique arrivent en Europe; c'est par la première, la plus voisine de l'équateur, que les tempêtes australes de la mer des Indes frappent successivement les îles Rodrigues, Maurice, de la Réunion et de Madagascar.

» Le premier qui ait conçu l'idée simple et lumineuse de tirer, de cette loi toute géométrique des tempêtes, un moyen d'avertissement est l'auteur de la Lettre dont je vais donner lecture, M. le commandant Bridet, ancien chef de port à la Réunion. Il a montré, dans la deuxième édition

de son Ouvrage bien connu *Sur les ouragans de l'hémisphère austral*, que, si l'on établissait un câble électrique entre l'île Maurice et notre colonie, on serait en état, à Maurice, d'avertir la Réunion, dix-huit ou vingt-quatre heures d'avance, de l'arrivée et de la direction des tempêtes.

» Ce câble n'existait pas; l'auteur parlait pour l'avenir. Mais l'idée du commandant Bridet n'a pas été perdue pour cela : la même conception s'est présentée à l'esprit de l'éditeur du *New-York Herald*, qui a trouvé dans le câble transatlantique le moyen de la réaliser immédiatement avec la décision que les Américains mettent en toutes choses, et avec la largeur de vues et l'ampleur des moyens d'exécution si familières à M. Bennett. Depuis longtemps les ouragans qui traversent l'Atlantique sont signalés à l'Europe plusieurs jours à l'avance, chose que le public admirerait profondément si on lui faisait bien comprendre qu'il ne s'agit pas ici d'avertissements météorologiques ordinaires, mais d'une des plus nobles et des plus étonnantes conquêtes de la Science sur la nature. A peine est-il nécessaire d'ajouter que l'énorme distance des deux continents introduit, dans ces avertissements, une cause d'incertitude qu'on parviendra sans doute à restreindre ([1]), sans pouvoir l'effacer entièrement.

» Cette cause d'incertitude n'existe pas dans le projet dont M. Bridet s'est enfin décidé à poursuivre lui-même la réalisation. La distance des deux îles est assez faible pour qu'on puisse compter avec certitude sur les avertissements détaillés que l'Observatoire de l'île Maurice transmettra d'heure en heure à la Réunion. Je suis heureux de présenter à l'Académie la Lettre que M. Bridet vient d'adresser à ce sujet à M. le Ministre de la Marine et des Colonies, persuadé qu'elle accueillera avec intérêt l'espoir d'une belle et fructueuse application de la Science. Voici cette Lettre, dont je me suis permis seulement, pour la ramener aux dimensions imposées par le Règlement, de retrancher la discussion des voies et moyens. Je sais d'ailleurs que le Ministre, qui a longtemps parcouru et étudié ces mers australes en navigateur et en hydrographe, a accordé le plus vif intérêt au projet de M. Bridet; il a bien voulu m'autoriser à en donner communication à l'Académie. »

([1]) En occupant météorologiquement et télégraphiquement les îles de l'Atlantique placées sur le parcours de ces tempêtes.

Sur la nécessité d'un câble sous-marin entre la Réunion et Maurice. Note de M. Bridet.

« La science cyclonomique, en découvrant les lois qui régissent les ouragans de l'hémisphère austral, a démontré d'une manière incontestable que ces ouragans étaient des tourbillons animés d'un double mouvement : l'un de rotation, très violent et très rapide, qui produit les désastres dont ces météores sont accompagnés; l'autre de translation, beaucoup plus lent, qui emporte l'ensemble du phénomène dans une certaine direction, d'un lieu vers un autre.

» Mais il est reconnu, en même temps, que le mouvement de translation se produit toujours dans le même sens, et que, dans l'hémisphère austral, la translation a lieu du nord-est au sud-ouest ou de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest; il en résulte que, de deux pays, celui qui est situé à l'est de l'autre est toujours frappé avant ce dernier, et c'est ce qui arrive pour les deux îles Maurice et de la Réunion, la première étant à plus de 100 milles dans l'est-nord-est de la seconde.

» Le mouvement de translation étant assez lent, les premières rafales d'un ouragan voyageant dans la direction des deux îles se font toujours sentir à Maurice dix-huit heures et même vingt-quatre heures avant de frapper la Réunion; d'où cette conclusion toute naturelle que, si un câble sous-marin reliait les deux îles, Maurice deviendrait, par rapport à la Réunion, un observatoire on ne peut mieux placé pour prévenir notre colonie du danger qui la menace.

» On n'a plus à démontrer cette vérité, affirmée tous les jours par les renseignements que l'Amérique fait parvenir à l'Europe. L'observatoire de Port-Louis rendrait à la Réunion les mêmes services, mais avec un degré de certitude de plus, ou plutôt avec une exactitude pour ainsi dire mathématique, à cause du peu de distance qui sépare ces deux îles.

» Tant qu'un cyclone se dirige sur ces deux îles sans les avoir encore frappées, on voit le baromètre baisser, la mer grossir, les symptômes alarmants se manifester; on sait d'une manière précise que le cyclone se rapproche, mais, ce qu'on ignore, c'est si sa course le dirigera au nord ou au sud, à l'est ou à l'ouest des pays qui doivent en ressentir les effets funestes.

» Mais, quand un cyclone a frappé antérieurement une autre contrée, quand on a constaté les variations du vent, l'incertitude cesse, et l'on peut affirmer d'une manière positive que le centre du météore a passé à telle ou telle distance du premier lieu d'observation, et que sa course a été et se continuera quelque temps dans telle direction.

» C'est ce qui est arrivé pour le cyclone qui a passé sur la Réunion le 21 janvier dernier. L'observatoire de Port-Louis savait le 20, à 6^h du soir, que le centre du cyclone passait à 50 ou 60 milles dans le nord, et que, sa course étant du nord-est au sud-ouest à raison de 7 milles par heure, la Réunion se trouvait juste sur le passsage de ce centre et qu'elle en serait atteinte le lendemain vers midi; tous les journaux enregistrèrent cette prévision, qui ne devait que trop malheureusement se réaliser.

» Pendant que l'observatoire de Port-Louis était si bien renseigné sur le danger qui nous menaçait, nous en étions, à Saint-Denis, à nous demander si le cyclone passerait au nord ou

au sud et à quelle distance; la direction du port de Saint-Denis faisait appareiller les navires et signalait que le cyclone passerait probablement au nord de l'île; les navires appareillés ne s'éloignaient pas de terre dans la crainte d'aller se jeter au milieu de l'ouragan, et, par le fait, ils en subirent toutes les fureurs, puisque le centre du cyclone a passé sur Saint-Denis.

» Cette incertitude sur la manœuvre à faire n'eût pas existé si à ce moment on avait pu dire aux navires : le centre du cyclone passera certainement sur l'île, mais ce sera demain seulement; prenez vos précautions et fuyez rapidement dans le nord pour vous éloigner; vous éviterez ainsi les conséquences fatales de l'ouragan qui nous menace.

» Il en est ainsi à chaque cyclone dont la Réunion peut être la victime, et il est indubitable que le câble sous-marin rendrait de tels services à la navigation, que nos marins seraient aussi en sûreté sur nos rades foraines que dans le port le mieux abrité.

» La métropole a donc un intérêt puissant dans l'établissement d'un câble sous-marin, qui deviendrait la sauvegarde de ses navires et le salut des équipages qui les montent; c'est une question d'humanité avant tout, et ce motif seul est de nature à engager le Gouvernement à étudier sérieusement cette question.

» Une autre raison milite encore en faveur de cette création : de toutes les colonies anglaises, Maurice est la seule qui ne soit pas reliée à l'Angleterre par un fil électrique, mais il est certain que cet état de choses ne peut pas durer; plusieurs fois déjà on a tenté de faire des contrats avec des compagnies, sans que cela ait abouti; on s'en occupe activement, et avant peu Port-Louis aura son câble sous-marin. Si donc la Réunion était déjà reliée à Maurice, elle se trouverait par le fait en communication avec la métropole, et le Gouvernement pourrait en quelques heures transmettre ses ordres à cette colonie, si éloignée aujourd'hui pour ses communications de la France.

» La métropole a ainsi un double intérêt dans l'établissement de ce câble sous-marin; quant à la colonie, elle en retirerait pour l'avenir, et chaque année, un bénéfice considérable.

» Prévenus à l'avance et à coup sûr de la venue prochaine d'un ouragan et de la direction certaine des premières rafales, ses habitants pourraient prendre des précautions pour la préservation, autant que possible, de leurs récoltes, de leurs usines, magasins et propriétés privées; les établissements de marine sauvegarderaient leurs chaloupes, leurs ponts, leurs magasins; les bateaux de côte rentreraient dans les bassins de refuge; toutes les précautions seraient prises pour préserver les édifices publics, et enfin les malheureux consolideraient leurs pauvres cases, qui sont toute leur fortune. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'intégration d'une équation différentielle linéaire du deuxième ordre dont dépend l'évection.* Note de M. **H. Gyldén**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« La partie du rayon vecteur que j'ai appelée *évection* (voir *Comptes rendus*, 30 mai 1881) s'obtient en intégrant l'équation suivante :

$$\frac{d^2\rho}{dv_0^2} + \rho(1 + \Psi_1) = \Psi_0 + \Psi_2\rho^2 + \dots$$

En y négligeant les termes du troisième ordre, on aura l'équation plus simple

$$\frac{d^2\rho}{dv_0^2} + \rho(1 + \Psi_1) = \Psi_0,$$

dont l'intégration sera l'objet de la présente Communication.

» En supposant les expressions analytiques des fonctions Ψ_0 et Ψ_1 que voici,

$$\Psi_0 = \beta_0^{(0)} + \beta_1^{(0)}\cos(\lambda_1 v_0 + b_1^{(0)}) + \beta_2^{(0)}\cos(\lambda_2 v_0 + b_2^{(0)}) + \ldots,$$
$$\Psi_1 = \beta_0^{(1)} + \beta_1^{(1)}\cos(\lambda'_1 v_0 + b_1^{(1)}) + \beta_2^{(1)}\cos(\lambda'_2 v_0 + b_2^{(1)}) + \ldots,$$

il est aisé de voir qu'on peut, en négligeant toujours les termes du troisième ordre, remplacer l'équation dont il s'agissait par un système d'autres dont le type général est indiqué par l'équation ci-après,

$$(1) \qquad \frac{d^2 R_s}{dv_0^2} + [1 + \beta_0 + \beta_s\cos(\lambda_s v_0 + b_s)]R_s = U_s.$$

U_s étant un agrégat de termes périodiques et de produits en R_{s-1}, R_{s-2}, ... Ayant déterminé les R_s, on aura ρ au moyen de l'équation

$$\rho = R_0 + R_1 + R_2 + \ldots.$$

» Si nous introduisons une nouvelle variable x en posant

$$\lambda_s v_0 + b_s = \frac{\pi}{2K}2x,$$

K étant l'intégrale elliptique complète de première espèce dont le module reste encore un moment indéterminé, on tire de l'équation (1) la suivante :

$$(2) \qquad \frac{d^2 R_s}{dx^2} + \frac{4}{\lambda_s^2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2\left(1 + \beta_0 + \beta_s\cos\frac{\pi}{2K}2x\right)R_s = \frac{4}{\lambda_s^2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 U_s.$$

» Cela étant, je rappelle le développement suivant (voir *Comptes rendus*, 31 janvier 1881) :

$$\cos\frac{\pi}{2K}2x = \gamma_0^{(2)} + 2\gamma_2^{(2)}\cos 2\,\mathrm{am}\,x + 2\gamma_4^{(2)}\cos 4\,\mathrm{am}\,x + \ldots.$$

Les coefficients γ, qui ne dépendent que du module, forment une série très convergente si la valeur numérique de cette quantité est petite, de sorte qu'on peut regarder les coefficients $\gamma_0^{(2)}$ et $\gamma_4^{(2)}$ comme petites quantités de premier ordre.

» En désignant par n un nombre entier, je pose

$$n(n+1)k^2 = 16\gamma_2^{(2)}\frac{\beta_s}{\lambda_s^2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2,$$

$$\begin{aligned} -h &= \frac{4}{\lambda_s^2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2(1+\beta_0+2\gamma_2^{(2)}\beta_s+\gamma_0^{(2)}\beta_s) \\ &= \frac{4}{\lambda_s^2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2(1+\beta_0+\gamma_0^{(2)}\beta_s)+\frac{n(n+1)}{2}k^2, \end{aligned}$$

et j'obtiens, au moyen de l'équation (2), le résultat suivant :

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{d^2R_s}{dv_0^2} - [n(n+1)k^2\,\mathrm{sn}\,x^2 + h]R_s \\ &\quad = \frac{4}{\lambda_s^2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2 U_s - \frac{8\beta_s}{\lambda_s^2}\left(\frac{\pi}{2K}\right)^2(\gamma_4^{(2)}\cos 4\,\mathrm{am}\,x + \ldots)R_s. \end{aligned} \right.$$

Le nombre n étant entièrement arbitraire, on le déterminera de sorte que le module k devienne suffisamment petit; alors le dernier terme à droite a toujours une très petite valeur du troisième ordre, telle que nous le pouvons omettre dans la première approximation. L'équation (3) est donc ramenée à celle qui porte le nom de Lamé.

» Conformément à l'état de notre système planétaire, on peut le plus souvent mettre $n = 1$. Alors, en employant les désignations que vous avez utilisées dans vos travaux sur l'équation dont il s'agit, à savoir

$$h = -1 - k^2 + k^2\,\mathrm{sn}\,\omega^2,$$

$$\chi(x) = \frac{H'(0)\,H(x+\omega)}{\Theta(\omega)\,\Theta(x)}\,e^{-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}(x-iK')+\frac{i\pi\omega}{2K}},$$

on a, comme vous avez montré,

$$R_s = C_1\,\chi(x) + C_2\,\chi(-x),$$

en supposant pour un moment la quantité U_s égale à zéro. Mais, en observant que λ_s est généralement plus petit que l'unité, on doit mettre $i\omega$ au lieu de ω. Or, en faisant

$$y_1 = \frac{H(x+i\omega)}{\Theta(x)}\,e^{-\frac{\Theta'(i\omega)}{\Theta(i\omega)}x}, \quad y_2 = \frac{H(x-i\omega)}{\Theta(x)}\,e^{\frac{\Theta'(i\omega)}{\Theta(i\omega)}x},$$

on aura pour l'intégrale complète de l'équation (3) l'expression

$$R_s = y_1\left(C_2 + \int\frac{W y_2\,dx}{y_2 y_1' - y_1 y_2'}\right) + y_2\left(C_2 - \int\frac{W y_1\,dx}{y_2 y_1' - y_1 y_2'}\right),$$

C_1 et C_2 désignant deux nouvelles constantes, et W la somme des termes à droite.

» On trouve aisément la valeur constante du dénominateur dans l'expression précédente. En effet, les valeurs de y_1 et de y_2 donnent immédiatement

$$y_2 y'_1 - y_1 y'_2 = y_1 y_2 \left(\frac{y'_1}{y_1} - \frac{y'_2}{y_2}\right)$$
$$= \frac{\mathrm{H}(x+i\omega)\,\mathrm{H}(x-i\omega)}{\Theta(x)^2}\left[\frac{\mathrm{H}'(x+i\omega)}{\mathrm{H}(x+i\omega)} - \frac{\mathrm{H}'(x-i\omega)}{\mathrm{H}(x-i\omega)} - 2\frac{\Theta'(i\omega)}{\Theta(i\omega)}\right].$$

Au moyen des expressions connues,

$$\frac{\mathrm{H}'(x+i\omega)}{\mathrm{H}(x+i\omega)} - \frac{\mathrm{H}'(x-i\omega)}{\mathrm{H}(x-i\omega)} - 2\frac{\Theta'(i\omega)}{\Theta(i\omega)} = -2\frac{\operatorname{sn} i\omega \operatorname{cn} i\omega \operatorname{dn} i\omega}{\operatorname{sn} x^2 - \operatorname{sn} i\omega^2},$$
$$\frac{\mathrm{H}(x+i\omega)\,\mathrm{H}(x-i\omega)}{\Theta(x)^2} = k\frac{\Theta'(i\omega)}{\Theta(0)^2}(\operatorname{sn} x^2 - \operatorname{sn} i\omega^2),$$

on en déduit immédiatement la valeur demandée.

» Je me permets d'ajouter une remarque que je crois importante. En examinant la fonction $\frac{\Theta'(i\omega)}{\Theta(i\omega)}$ correspondant aux valeurs très petites de k, on trouvera qu'elle s'approche de la limite

$$i\left(\frac{2}{\lambda_s}\sqrt{1+\beta_0} - 1\right);$$

or, en désignant par $\frac{2\varkappa_s}{\lambda_s}$ une quantité qui disparaît avec k, on aura

$$y_1 = \frac{\mathrm{H}(x+i\omega)\,e^{\frac{i\pi}{2\mathrm{K}}x}}{\Theta(x)}\,e^{-i(\sqrt{1+\beta_0}+\varkappa_s)\nu_0 - \text{const.}}$$
$$y_2 = \frac{\mathrm{H}(x-i\omega)\,e^{-\frac{i\pi}{2\mathrm{K}}x}}{\Theta(x)}\,e^{i(\sqrt{1+\beta_0}+\varkappa_s)\nu_0 + \text{const.}}$$

» En ne considérant, dans notre équation différentielle, que les termes du premier ordre, on aura simplement

$$y_1 = e^{-i\nu_0 - \text{const}}, \quad y_2 = e^{i\nu_0 + \text{const}};$$

puis, pour avoir immédiatement un résultat plus exact, on peut conserver le terme β_0, de sorte qu'on ait

$$y_1 = e^{-i\sqrt{1+\beta_0}\,\nu_0 - \text{const}}, \quad y_2 = e^{i\sqrt{1+\beta_0}\,\nu_0 + \text{const}}.$$

» C'est dans la théorie des satellites de Jupiter que l'auteur de la *Mécanique céleste* a fait une application de cette forme; mais, n'ayant pas considéré les quantités que nous avons désignées par $\varkappa_s$, quelques coefficients ont dû être trouvés moins exacts.

» En outre, en comparant les résultats obtenus maintenant avec ceux qu'offrent les méthodes anciennes, on voit que les fonctions par lesquelles sont multipliées les constantes arbitraires n'ont pas la même forme. Au contraire, en employant une solution plus complète, on trouvera des termes qui échapperont entièrement dans les résultats fournis par les méthodes utilisées jusqu'à présent. On peut donc soupçonner qu'il y a, dans la théorie de la Lune et dans celle de quelques planètes, des termes appréciables dont l'origine est de la nature indiquée, mais qui ne sont connus que par une voie empirique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Effets produits par le sulfure de carbone sur les vignes du Beaujolais.* Lettre de M. **Henneguy** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Selon votre désir, je viens de passer quelques jours dans les environs de Lyon et dans le Beaujolais pour constater les effets produits sur les vignes par le sulfure de carbone.

» Au champ d'expériences de Saint-Germain-au-Mont-d'Or, le sulfure de carbone est employé depuis trois ans pour traiter les vignes phylloxérées. Cet insecticide est appliqué chaque année, à la fin de février et pendant le mois de mars, à la dose de 25^{gr} par mètre carré. Les ceps présentent l'aspect ordinaire des vignes traitées par le sulfure de carbone; les pampres sont d'un beau vert foncé. Il n'y a eu aucun accident, l'application ayant toujours été faite dans de bonnes conditions.

» Le champ d'expériences possède des vignes américaines de trois ans qui n'ont subi aucun traitement; elles ont une belle apparence, mais quelques ceps commencent cependant à souffrir. Le greffage n'a pas donné de très bons résultats : sur quatre cent quatre-vingt-cinq greffes de cépages français sur *Riparia*, *Elvira*, *Solonis*, etc., il n'y a que cent soixante-quinze réussites.

» J'ai visité avec soin les traitements faits par le syndicat de Villié-Morgon; le président, M. Sornay, a bien voulu m'accompagner et me montrer en détail les vignobles sulfurés. Les résultats obtenus jusqu'à ce jour sont fort encourageants; nous n'avons constaté aucun accident dû à l'emploi du sulfure de carbone. Les vignes ont été très éprouvées par les gelées des deux derniers hivers, et elles commencent à souffrir un peu de l'extrême sécheresse que l'on a ici en ce moment.

» M. Sornay traite la plupart de ses vignes depuis trois ans; la première année il a employé environ 28^{gr} de sulfure par mètre carré, la deuxième 26^{gr} et la troisième 20^{gr}. Il n'a eu qu'à se féliciter de diminuer ainsi graduellement les doses de l'insecticide. Les taches ont été circonscrites et la reconstitution des ceps est manifeste.

» Le syndicat de Villié-Morgon comptait, l'année dernière, soixante-treize membres, qui ont traité 53^{ha}; cette année il compte cent trente-neuf membres qui se sont fait inscrire pour traiter 121^{ha}. Ces chiffres montrent que les vignerons ont confiance dans les traitements insecticides.

» Le champ d'expériences de Villié-Morgon ne date que de cette année; son emplacement a été choisi au milieu de vignes très maltraitées par le Phylloxera. Le traitement au sulfure de carbone ne paraît pas avoir produit beaucoup d'effet. De jeunes cépages français ont été plantés cette année en plein terrain phylloxéré et seront soumis au traitement dès l'année prochaine. Cette expérience sera intéressante à suivre.

» M. Gaudet, au château de Villié, a traité quelques vignes par le sulfocarbonate de potassium, et il les a sauvées; malheureusement cet excellent insecticide ne peut être appliqué que sur des points très limités, l'eau étant, en général, très rare dans le Beaujolais. M. Sornay désirerait cependant avoir une centaine de kilogrammes de sulfocarbonate de potassium pour traiter préventivement les jeunes plantiers, sur lesquels il fonde beaucoup d'espérance.

» Je n'ai constaté d'accidents produits par le sulfure de carbone que dans la commune de Durette et ses environs. Je dois me hâter de dire que ces accidents sont peu sérieux.

» M. Mouton, président du syndicat de Durette, a traité, pour la première fois, un certain nombre de points phylloxérés aux mois d'octobre et de novembre de l'année dernière. La dose de sulfure était de 5^{gr} par trou, ce qui faisait, vu la disposition des trous, environ 23^{gr} par mètre carré.

» On remarque un arrêt de végétation des ceps sulfurés, dont les sarments sont beaucoup plus courts que ceux des autres.

» Chez Mme Poidebard, à Régnié, et MM. Greppo et Humblot, à Vernus, le traitement par le sulfure de carbone a tué un certain nombre de ceps et a arrêté la végétation de la plupart des autres. La dose de l'insecticide a été de 7^{gr} par trou, et l'application a été faite au mois de novembre, par un beau temps, m'a-t-on assuré, le sol n'étant nullement humide. Je ne puis attribuer cet insuccès qu'au peu de profondeur du terrain qui, formé en majeure partie de sables granitiques, repose sur un sous-sol rocheux imperméable et n'a pas plus de $0^{m},50$ d'épaisseur. La dose de sulfure de carbone me paraît avoir été trop forte pour ce terrain, et une dose de 18^{gr} à 20^{gr} de sulfure par mètre carré doit être suffisante pour la plupart des côtes du Beaujolais.

» J'ai recherché, pendant mes excursions, l'existence de galles sur les vignes tant françaises qu'américaines, et je n'ai encore rien trouvé. Le chef de culture du champ d'expériences de Saint-Germain-au-Mont-d'Or m'a assuré avoir vu souvent des galles sur des cépages français, mais nous en avons cherché vainement ensemble. Je lui ai recommandé de me signaler les endroits où il en verrait. »

CORRESPONDANCE.

A la demande de Mlle *de Jouffroy*, la Communication présentée par M. de Lesseps, en son nom, dans la séance du 20 juin 1881, relativement à l'érection d'un monument à la mémoire de *Claude de Jouffroy*, est renvoyée à l'examen d'une Commission comprenant MM. de la Gournerie, Rolland, de Lesseps, Lalanne, Bresse.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le second Volume de l'Ouvrage de M. *Heine*, intitulé « Handbuch der Kugelfunctionen, Theorie und Anwendungen ». (Présenté par M. Hermite.)

ASTRONOMIE. — *Ephéméride de la planète* (103) *Héra pour l'opposition de* 1881. Note de M. O. Callandreau, présentée par M. Mouchez.

Minuit, temps moyen de Berlin, 1881.	Ascension droite apparente.	Différence.	Déclinaison apparente.	Différence.	log Δ.	Temps d'aberration.
	h m s	s	° ′ ″	′ ″		m s
Juillet 27..	21.37.10,07	−42,28	−14. 1.41,1	−6. 3,1	0,17683	12.28
28..	21.36.27,79	−43,16	−14. 7.44,2	−6. 7,6		
29..	21.35.44,63	−43,99	−14.13.51,8	−6.11,6		
30..	21.35. 0,64	−44,76	−14.20. 3,4	−6.15,3		
31..	21.34.15,88	−45,47	−14.26.18,7	−6.18,6	0,17323	12.22
Août 1....	21.33.30,41	−46,11	−14.32.37,3	−6.21,4		
2....	21.32.44,30	−46,70	−14.38.58,7	−6.23,8		
3....	21.31.57,60	−47,22	−14.45.22,5	−6.25,9		
4....	21.31.10,38	−47,69	−14.51.48,4	−6.27,5	0,17080	12.18
5....	21.30.22,69	−48,09	−14.58.15,9	−6.28,7		
6....	21.29.34,60	−48,43	−15. 4.44,6	−6.29,6		
7....	21.28.46,17	−48,70	−15.11.14,2	−6.30,0		
8....	21.27.57,47	−48,91	−15.17.44,2	−6.30,0	0,16957	12.16
9....	21.27. 8,56	−49,06	−15.24.14,2	−6.29,6		
10....	21.26.19,50	−49,15	−15.30.43,8	−6.28,8		
11....	21.25.30,35	−49,18	−15.37.12,6	−6.27,7		
12....	21.24.41,17	−49,13	−15.43.40,3	−6.26,2	0,16956	12.16
13....	21.23.52,04	−49,02	−15.50. 6,5	−6.24,3		
14....	21.23. 3,02	−48,85	−15.56.30,8	−6.21,9		
15....	21.22.14,17	−48,62	−16. 2.52,7	−6.19,2		
16....	21.21.25,55	−48,32	−16. 9.11,9	−6.16,1	0,17078	12.18
17....	21.20.37,23	−47,94	−16.15.28,0	−6.12,7		
18....	21.19.49,29	−47,49	−16.21.40,7	−6. 8,8		
19....	21.19. 1,80	−47,00	−16.27.49,5	−6. 4,6		
20....	21.18.14,80	−46,42	−16.33.54,1	−6. 0,0	0,17323	12.22
21....	21.17.28,38	−45,78	−16.39.54,1	−5.55,0		
22....	21.16.42,60	−45,07	−16.45.49,1	−5.49,8		
23....	21.15.57,53	−44,30	−16.51.38,9	−5.44,2		
24....	21.15.13,23	−43,47	−16.57.23,1	−5.38,4	0,17685	12.28
25....	21.14.29,76	−42,58	−17. 3. 1,5	−5.32,2		
26....	21.13.47,18	−41,63	−17. 8.33,7	−5.25,8		
27....	21.13. 5,55	−40,62	−17.13.59,5	−5.19,1		
28....	21.12.24,93	−39,56	−17.19.18,6	−5.12,2	0,18158	12.36
29....	21.11 45,37	−38,44	−17.24.30,8	−5. 5,0		
30....	21.11. 6,93	−37,28	−17.29.35,8	−4.57,6		
31....	21.10.29,65	−36,08	−17.34.33,4	−4.50,1		
Sept. 1....	21. 9.53,57		−17.39.23,5		0,18736	12.46

» D'après le *Jahrbuch*, la planète, de grandeur 9,2, sera en opposition le 11 août. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les queues des comètes.* Note de M. **Flammarion.**

« L'une des principales objections à la matérialité des queues cométaires est sans contredit celle du mouvement fantastique dont leurs particules constitutives devraient être animées lorsqu'au périhélie elles balayent l'espace en se maintenant constamment à l'opposé du Soleil, à peu près dans le prolongement du rayon vecteur, conservant la même apparence, et souvent absolument rectilignes, comme on l'a vu en 1680, 1843 et 1880, précisément dans le cas des périhélies les plus voisins du Soleil. M. Faye croit écarter cette difficulté en affirmant que la queue d'une comète ne forme pas un même tout, mais qu'elle est composée d'une série de bouffées successivement émises et chassées par une force répulsive venue du Soleil, sans qu'il subsiste entre elles d'autre liaison que la commune vitesse de translation qu'elles possédaient à leurs points de départ. M. Faye ajoute qu'il n'y a pas d'astronome qui croie que la queue d'une comète forme une traînée rigide liée au noyau, que, du reste, « le calcul s'applique par- » faitement à ces phénomènes singuliers, mais non mystérieux ».

» Tout en regrettant d'émettre un doute sur ces assertions de mon illustre et vénéré maître, je me permettrai de rappeler à l'Académie les expressions mêmes de sir John Herschel à cet égard :

« Il y a, sans aucun doute, dans le phénomène des queues, quelque secret, quelque mystère profond de la nature. Peut-être n'est-ce pas une illusion d'espérer que, l'observation future appelant à son aide le raisonnement fondé sur les progrès de la Physique (surtout dans les branches qui se rapportent aux éléments de l'éther et des impondérables), nous pourrons pénétrer ce mystère et décider s'il y a réellement une matière, dans la propre acception du mot, projetée par la tête avec cette vitesse extravagante, sinon poussée, au moins dirigée dans sa course par une action en rapport avec le Soleil en tant que centre à éviter. Sous aucun aspect, cette question de la matérialité des queues n'est aussi embarrassante que lorsque nous considérons l'espace énorme qu'elles balayent autour du Soleil, vers le périhélie, sous la forme d'une ligne droite et rigide, en dépit des lois de la gravitation, s'étendant (comme on l'a vu dans les comètes de 1680 et 1843) depuis la surface du Soleil jusqu'à l'orbite de la Terre, tournant sans cesse, sans se briser, tout en parcourant, dans le dernier cas, un angle de 180° en 2 heures et quelques minutes! Si l'on pouvait concevoir quelque chose comme une *ombre négative*, une impression momentanée faite sur l'éther qui se trouve derrière la comète, on aurait, jusqu'à un certain point, l'idée à laquelle ce phénomène nous conduit irrésistiblement. »

» Ainsi s'exprime un astronome dont il serait difficile de suspecter la

compétence; ainsi se pose l'objection capitale que M. Faye détourne par une hypothèse, mais qu'il ne résout pas, ce qui serait pourtant du plus haut intérêt. On peut démontrer que la plus grande vitesse que l'attraction solaire puisse imprimer à une molécule quelconque est de 608 000 mètres par seconde, même dans le voisinage immédiat (à la surface même) de notre astre central. Toute molécule animée d'une vitesse supérieure à celle-là ne décrirait *aucune* orbite autour du Soleil, et elle s'échapperait de notre système, à moins d'y être ramenée par l'influence d'une planète ou maintenue par quelque autre cause inconnue. Or, lorsque la comète de 1843 a fait en deux heures le tour de la moitié de l'astre solaire, son noyau courait, au moment du périhélie, avec une vitesse de 550 000 mètres par seconde. A une faible distance du noyau, la queue était animée de la vitesse limite dont nous venons de parler. Quelle ne devrait donc pas être la force répulsive invoquée pour maintenir toutes ces molécules le long d'une même ligne idéale balayant l'espace! Mais on n'a jamais remarqué sur aucune comète de solutions de continuité, de dislocations, de bouffées, de détachements de flocons : la queue s'est montrée toujours homogène, plane, tranquille comme un simple rayon de lumière électrique. Si cette queue se renouvelait constamment par des particules nouvelles, ne resterait-il pas quelque trace des anciennes particules dans la région de l'espace abandonnée par la queue dans son étrange translation? Jamais on n'a rien vu d'analogue. D'ailleurs, lors même que ces particules seraient renouvelées, elles n'en seraient pas moins obligées de former, chacune pendant un certain temps, l'aspect observé, et par conséquent de se trouver sur une même ligne, sans cohésion toutefois, et d'y circuler, perdant ensuite leur lumière aussitôt qu'elles sortiraient de la limite régulière des queues observées. N'est-ce pas là une grande complication d'hypothèses?

» Pour moi, je me suis contenté de poser la question, sans prétendre la résoudre. J'ai seulement dit, sous forme interrogative :

« La parfaite transparence de ces traînées de lumière ne nous conduit-elle pas à penser qu'elles ne sont pas matérielles? Est-ce une illumination électrique de l'éther? Est-ce un mouvement excité par la comète elle-même à l'opposé du Soleil? Nous ne connaissons pas encore toutes les forces de la nature. »

» Les données de l'analyse spectrale semblent en faveur de la matérialité des queues; cependant, comment ne pas remarquer que, dans le même numéro des *Comptes rendus* où nous lisons le savant travail de M. Faye, les observations spectrales faites à l'Observatoire de Paris montrent, d'après

M. Wolf, que les bandes se manifestent autour du noyau, à peu près à la même distance de tous les côtés, mais « disparaissent dans la queue pro» prement dite; seul le spectre, très pâle, semble continu ; la nébulosité qui » entoure le noyau contient donc seule des gaz incandescents. »

» Quant à la polarisation de la queue, présentée également en faveur de la matérialité, M. Wolf déclare qu'il n'a pu la constater et qu'il est très difficile de la distinguer de celle de l'atmosphère.

» Le même numéro des *Comptes rendus* publie la description de la photographie du spectre du noyau de la comète, due à M. Huggins, spectre indiquant la présence « du carbone, de l'hydrogène et de l'azote ». A cette Communication est joint un important commentaire de M. Berthelot, qui se résume ainsi (je cite les propres expressions de notre éminent chimiste) :

« Ces résultats me paraissent rendre vraisemblable l'origine électrique de la lumière propre des comètes... L'état de combinaison du carbone, de l'hydrogène et de l'azote et la présence de l'acide cyanhydrique fournissent un argument considérable en faveur de cette hypothèse. L'acétylène se produit toutes les fois que ses éléments, carbone et hydrogène, se trouvent en présence sous l'influence de l'arc électrique. Si l'on ajoute de l'azote, il se forme aussitôt de l'acide cyanhydrique, dont la formation électrique constitue peut-être le caractère chimique de l'azote le plus net et le plus prompt à manifester... Il n'est guère possible, d'ailleurs, de concevoir une combustion continue dans les matières cométaires, tandis qu'une illumination électrique est plus facile à comprendre. »

» N'est-ce pas là un acheminement vers la véritable solution du problème? L'illumination électrique, très intense dans le noyau, plus faible dans son entourage immédiat, ne se prolongerait-elle pas dans l'espace, chassée par l'électrisation contraire du Soleil? Le phénomène inexpliqué de ces longues queues, impondérables et transparentes, serait, dans ce cas, une simple excitation lumineuse de l'éther. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la vision des étoiles à travers les comètes.* Extrait d'une Lettre de M. **Ch. André**.

« .... Une ancienne observation de Piazzi Smith, confirmée par l'étude de la comète actuelle, semble indiquer qu'une étoile augmente d'éclat quand on la voit à travers le bord du noyau ou la queue d'une comète. Cette remarque a été vérifiée à l'Observatoire de Lyon par un de mes collaborateurs, M. Marchand; mais son observation montre plutôt une étoile *élargie* qu'un accroissement réel d'intensité, assez difficile à expliquer.

» Il me semble qu'il y a là un simple effet de diffraction dans les instru-

ments d'Optique, analogue à ceux que j'ai étudiés avec M. Angot à propos des passages de Vénus et de Mercure sur le Soleil. Il en résulterait, conformément aux observations de MM. Wolf et Thollon, et comme M. Schiaparelli l'a conclu de sa théorie sur les étoiles filantes, que les comètes sont des amas de matières dans lesquels se trouvent des noyaux solides ou liquides ; la mesure de l'élargissement de l'image permettrait même de déterminer la dimension moyenne des noyaux. Je me propose de revenir sur cette explication. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une fonction analogue aux fonctions modulaires.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Soit l'équation linéaire

$$(1) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} = y\left[\sum_{i=0}^{n} \frac{B_i}{x - a_i} - \frac{1}{4}\sum_{i=0}^{n} \frac{1}{(x - a_i)^2}\right],$$

où je suppose

$$\Sigma B_i = \Sigma a_i B_i - \frac{n+1}{4} = \Sigma a_i^2 B_i - \tfrac{1}{2}\Sigma a_i = 0,$$

de telle façon que $x = \infty$ ne soit pas un point singulier. Je puis toujours supposer

$$a_0 = 0, \quad a_1 = 1, \quad a_2 = 2,$$

car, si cela n'était pas, un changement linéaire de variable amènerait a_0, a_1 et a_2 à être égaux à 0, 1 et 2.

» Joignons maintenant le point $a_0 = 0$ aux points singuliers $a_1, a_2, \ldots, a_n$ par des arcs de courbe $C_1, C_2, \ldots, C_n$, de telle façon que ces arcs ne se coupent pas et se succèdent autour de a_0 dans l'ordre circulaire $C_1, C_2, \ldots, C_n$. Faisons maintenant décrire à x le contour suivant : partant de a_0, cette variable suivra l'arc C_1 et reviendra à a_0 par ce même arc après avoir décrit un petit contour autour de a_1 ; elle décrira ensuite l'arc C_2, tournera autour de a_2 et reviendra à a_0 en suivant le même arc C_2; puis de même de chacun des arcs $C_3, C_4, \ldots, C_n$.

» Elle occupera ainsi successivement les positions suivantes :

$$a_0 \ (1^{\text{re}} \text{ fois}), \quad a_1, \ a_0 \ (2^{\text{e}} \text{ fois}), \quad a_2, \ a_0 \ (3^{\text{e}} \text{ fois}), \quad a_3, \quad \ldots,$$
$$a_0 \ (n^{\text{ième}} \text{ fois}), \quad a_n, \ a_0 \ [(n+1)^{\text{ième}} \text{ fois}].$$

» Soient

$$\beta_1, \ \alpha_1, \ \beta_2, \ \alpha_2, \ \beta_3, \ \alpha_3, \ \ldots, \ \beta_n, \ \alpha_n, \ \beta_1$$

les valeurs correspondantes d'une fonction z que je définis comme le rapport de deux intégrales de l'équation (1).

» 1° Si l'on regarde les a comme des constantes, de telle sorte que les α et les β soient fonctions des B seulement, les α et les β seront des fonctions holomorphes des B pour toutes les valeurs finies de ces quantités.

» 2° Ne considérons plus maintenant les a comme des constantes; mais, au lieu de regarder les α et les β comme fonctions des a et des B, considérons au contraire les a et les B comme fonctions des α et des β :

$$a_i = \varphi_i(\alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_n, \beta_n), \quad B_i = \psi_i(\alpha_1, \beta_1, \ldots, \alpha_n, \beta_n).$$

» Remarquons d'abord que les variables α et β ne sont pas indépendantes, mais qu'il y a entre elles la relation

$$(2) \quad (\beta_1 - \alpha_1)(\beta_2 - \alpha_2)\ldots(\beta_n - \alpha_n) = (\alpha_1 - \beta_2)(\alpha_2 - \beta_3)\ldots(\alpha_{n-1} - \beta_n)(\alpha_n - \beta_1).$$

» Les φ et les ψ seront des fonctions *toujours uniformes et méromorphes* des variables α et β liées par la relation (2). Ce système de fonctions uniformes me paraît jouer, par rapport aux intégrales de l'équation (1), le même rôle que les fonctions modulaires par rapport aux intégrales elliptiques.

» 3° Les fonctions φ et ψ ne changent pas quand on change les α et les β de telle façon que le rapport anharmonique de quatre de ces quantités demeure invariable.

» 4° Les fonctions φ et ψ ne changeront pas non plus quand on fera subir aux α et aux β des opérations convenables, et il résulte de là, pour ces fonctions, de remarquables propriétés d'invariance. Dans le cas général, l'énoncé de ces propriétés m'entraînerait trop loin. Supposons donc $n = 3$ pour fixer les idées.

» Soient α'_1, β'_1, α'_2, β'_2, α'_3, β'_3 des quantités définies par les équations

$$\alpha'_1 = \alpha_1, \quad \alpha'_3 = \alpha_3, \quad \beta'_2 = \beta_3,$$

$$\frac{1}{\beta'_1 - \alpha_1} = \frac{1}{\beta_3 - \alpha_1} + \frac{1}{\beta_1 - \alpha_1} - \frac{1}{\beta_2 - \alpha_1},$$

$$\frac{1}{\alpha''_2 - \alpha_1} = \frac{1}{\alpha_2 - \alpha_1} + \frac{1}{\beta_1 - \alpha_1} - \frac{1}{\beta_2 - \alpha_1},$$

$$\frac{1}{\alpha'_2 - \alpha_3} = \frac{1}{\alpha''_2 - \alpha_3} + \frac{1}{\beta_3 - \alpha_3} - \frac{1}{\beta_1 - \alpha_3},$$

$$\frac{1}{\beta'_3 - \alpha_3} = \frac{1}{\beta'_1 - \alpha_3} + \frac{1}{\beta_3 - \alpha_3} - \frac{1}{\beta_1 - \alpha_3};$$

on aura

$$\varphi(\alpha'_1, \beta'_1, \alpha'_2, \beta'_2, \alpha'_3, \beta'_3) = \varphi(\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2, \alpha_3, \beta_3),$$
$$\psi(\alpha'_1, \beta'_1, \alpha'_2, \beta'_2, \alpha'_3, \beta'_3) = \psi(\alpha_1, \beta_1, \alpha_2, \beta_2, \alpha_3, \beta_3).$$

» De cette relation d'invariance on peut en déduire deux autres par des permutations circulaires d'indices. En combinant ensuite ces trois équations d'invariance, on en obtiendra une infinité d'autres.

» 5° Si les α et les β sont réels et de telle sorte que

$$(3) \qquad \beta_1 < \alpha_1 < \beta_2 < \alpha_2 < \beta_3 < \alpha_3 < \ldots < \beta_n < \alpha_n,$$

x sera fonction fuchsienne de z.

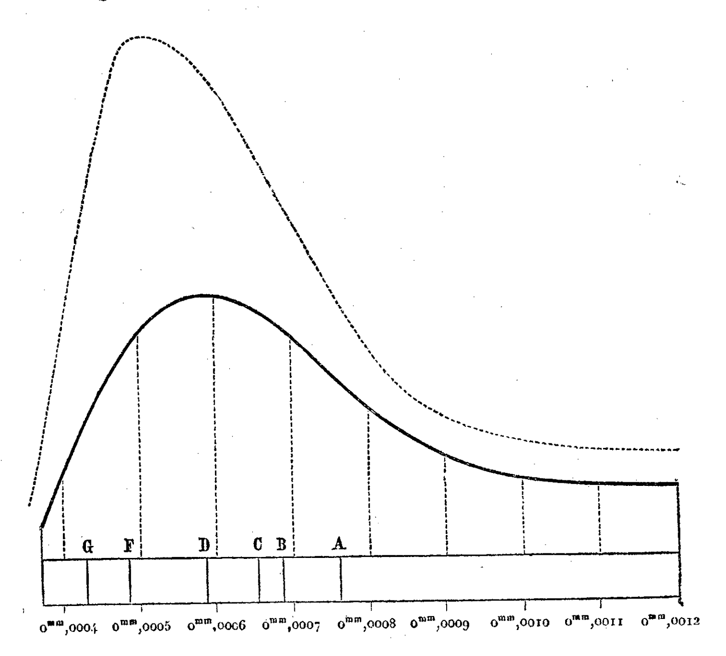
» Si les α et les β sont imaginaires, mais suffisamment voisins de quantités réelles satisfaisant aux inégalités (3), x sera encore fonction uniforme (kleinéenne) de z; si, au contraire, les α et les β s'éloignaient trop de valeurs réelles satisfaisant aux inégalités (3), x cesserait d'être fonction uniforme de z. »

PHYSIQUE SOLAIRE. — *Distribution de l'énergie dans le spectre normal.* Note de M. LENGLEY, extraite par M. Faye.

« L'Académie connaît, par mes précédentes Communications, l'instrument de mesure que j'ai substitué à la pile thermo-électrique et le haut degré de sensibilité de ce nouvel instrument. Je suis aujourd'hui en état de soumettre à son appréciation les résultats que j'ai obtenus sur la portion du spectre normal (de diffraction) qui se trouve comprise entre les longueurs d'onde de $0^{mm},00035$ et de $0^{mm},00120$. En réalité, j'ai été jusqu'à $0^{mm},00300$; mais je me bornerai aujourd'hui à la partie susdite, comprenant tout le spectre visible avec des parties de l'ultra-violet et de l'ultra-rouge. L'appareil ne comporte ni collimateur ni lentille quelconque, mais un simple miroir d'argent pour former l'image spectrale. L'effet des spectres superposés a été complètement éliminé, et les absorptions sélectives du miroir et du métal sur lequel était tracé le réseau ont été déterminées avec soin sur des rayons homogènes, avec une exactitude bien suffisante pour calculer les petites corrections qui en dépendent.

» Les résultats consignés dans les courbes ci-jointes ont été déduits de plus de 15000 mesures effectuées dans le cours de cette année. Cependant,

si l'on songe aux changements rapides de la transparence de notre atmosphère, il faudra plusieurs années pour donner à ces résultats toute la



précision qu'on est en état d'atteindre aujourd'hui par l'emploi du bolomètre.

» 1° *Courbe pleine représentant le spectre normal ayant subi l'absorption zénithale de notre atmosphère.* — En représentant par 1000 la déviation maximum du galvanomètre pour $\lambda = 0^{mm},00052$, les ordonnées de la courbe pleine qui représente l'énergie de chaque radiation émise par un soleil au zénith et reçues sur la Terre seront :

A $\lambda = 35$.....	145	A $\lambda = 80$.....	581
40.....	302	90.....	390
50.....	837	100.....	293
60.....	975	110.....	274
70.....	846	120.....	260

» On voit combien l'énergie est faible dans l'ultra-violet; la hausse rapide vers le bleu contraste avec la lente dégradation vers le rouge, et, au lieu même du maximum qu'on place ordinairement dans cette région, il n'y a réellement qu'un point d'inflexion. Enfin, on voit que la courbe dite *de lumière* coïncide presque exactement avec celle dite *de chaleur*, au lieu de s'en séparer totalement comme on l'a cru jusqu'ici. Il en résulte que les

effets lumineux de l'énergie solaire sur la rétine sont (approximativement, bien entendu) proportionnels à ceux de la chaleur sur le thermomètre, tandis qu'il n'y a plus rien de pareil pour la sensibilité exceptionnelle de certains sels d'argent à l'égard des rayons ultra-violets.

» 2° *Courbe pointillée du spectre normal avant l'absorption par l'atmosphère terrestre.* — La détermination de la constante solaire, c'est-à-dire de la quantité d'énergie versée sur la Terre par le Soleil est fondée sur une méthode dejà indiquée dans les *Comptes reudus,* t. XCII, p. 702. Mes travaux à ce sujet seront considérés, je l'espère, par les physiciens français comme un utile complément de ceux de Pouillet et de MM. Desains, Crova, Violle, etc. Il était de mon devoir de les communiquer au même corps savant auxquels ces savants se sont déjà adressés. Ma méthode consiste à opérer sur des rayons homogènes; elle est difficile à appliquer, mais elle est du moins en accord complet avec la théorie. Voici un exemple numérique. Prenons les radiations de $0^{mm},0008$, $0^{mm},0005$ et $0^{mm},0004$ de longueur d'onde, et opérons sur les spectres produits lorsque le Soleil est à la distance zénithale de 28° 13′, puis à celle de 66° 22′. Je trouve 355, 472, 87 pour les déflexions de mon bolomètre à midi, par 28° 13′; puis, à 66° 22′, ces nombres se réduisent à 245, 239, 34. La masse d'air traversée dans les deux cas a des épaisseurs proportionnelles aux sécantes des distances zénithales, c'est-à-dire aux nombres 1,135 et 2,495. On en déduit par le calcul, outre les valeurs 0,76, 0,61, 0,50 des coefficients de transmission a, b, c, celle des énergies originales A, B, C des mêmes radiations avant l'entrée dans l'atmosphère, à savoir $A = 484$, $B = 833$, $C = 191$. On a construit, en opérant ainsi sur les rayons des diverses réfrangibilités, la courbe du spectre normal extra-terrestre représentée sur la figure par une ligne pointillée. Cette courbe-là n'est pas encore déterminée avec la précision que possède la courbe pleine du spectre transmis par notre atmosphère. Aussi, dois-je réserver pour une Communication ultérieure les éléments numériques qui s'y rapportent. On voit cependant avec netteté l'énorme absorption que l'énergie solaire a dû subir pour venir jusqu'à nous, surtout dans le bleu, et le déplacement du maximum qui, de la région de la raie D, passe dans celle du bleu. J'en conclus que la lumière du Soleil, vue hors de notre atmosphère, serait, non pas blanche, comme on le croit, mais fortement teintée de cette couleur. C'est une étude que je vais compléter, cet été même, sur les cimes de la Sierra Nevada, en Californie, de manière à être en état de vérifier mes trois spectres normaux du Soleil : 1° après la double absorption des deux atmo-

sphères; 2° après celle de l'atmosphère du Soleil seulement; 3° avant toute absorption extérieure à la photosphère. »

OPTIQUE. — *Sur une méthode permettant d'amplifier les déplacements du plan de polarisation de la lumière.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« Lorsque des rayons lumineux monochromatiques, polarisés rectilignement, traversent une lame cristalline *demi-onde*, les rayons émergents sont, comme on le sait, polarisés rectilignement dans un plan qui, par rapport à l'axe de la lame cristalline, est symétrique du plan de polarisation des rayons incidents. Cette propriété d'une lame *demi-onde* peut être mise à profit pour doubler et tripler les mesures des déplacements du plan de polarisation de la lumière.

» On peut opérer notamment de la manière suivante :

» Après avoir disposé une expérience dans laquelle on se propose de mesurer une rotation du plan de polarisation de la lumière, on commence par fixer avec le plus grand soin, au moyen de l'analyseur, la position initiale du plan de polarisation des rayons lumineux incidents; puis, en avant de l'analyseur, on interpose une lame *demi-onde* que l'on fait tourner sur elle-même jusqu'à ce que le plan de polarisation des rayons lumineux ne soit pas dévié par leur passage au travers de cette lame. Dans cette position, l'axe de la lame cristalline coïncide avec le plan de polarisation des rayons étudiés, ou lui est perpendiculaire.

» Ce premier réglage effectué, on produit le phénomène physique qui doit donner lieu à la rotation cherchée; ce sera, soit l'interposition d'une substance douée d'un pouvoir rotatoire naturel, soit une influence magnétique, soit un autre phénomène.

» On observe alors, au travers de la lame cristalline, une rotation égale et de sens contraire à celle qui s'est réellement produite. Sur le cercle divisé au centre duquel est monté l'analyseur, on fixe la position du plan de polarisation ainsi observé, puis on retire la lame *demi-onde*. On reçoit alors sur l'analyseur les rayons lumineux polarisés dans la direction même qui leur a été donnée par l'expérience que l'on avait en vue, et l'on détermine cette direction sur le cercle divisé. L'angle des deux plans de polarisation, symétriques par rapport à leur position initiale, est double de l'angle que l'on aurait observé directement sans faire usage de la lame *demi-onde*.

» Dans cette seconde position, on peut replacer la lame cristalline de

façon qu'elle ne donne lieu à aucune nouvelle déviation du plan de polarisation, puis on fait cesser le phénomène étudié. Le plan de polarisation des rayons lumineux qui ont traversé la lame, au lieu de revenir à sa position initiale, est rejeté symétriquement de l'autre côté de l'axe de cette lame. L'angle entre les déviations extrêmes obtenues par les diverses opérations que nous venons d'indiquer est triple de celui que l'on aurait obtenu par une mesure directe.

» Cette méthode peut être employée dans un grand nombre de circonstances; elle est particulièrement applicable au système de deux plans de polarisation formant entre eux un angle invariable, tels qu'on les obtient avec un polarimètre à pénombres, notamment un nicol coupé. Les déterminations se font alors avec une grande facilité et une grande précision.

» Dans un travail en cours d'exécution, j'ai eu l'occasion de faire usage de la disposition expérimentale que je viens de décrire, et qui m'a donné les meilleurs résultats.

» Une observation ordinaire se compose de deux visées, susceptibles chacune d'une erreur; la méthode précédemment exposée en comporte quatre pour la double déviation et six pour la déviation triple. Il convient donc d'établir si les mesures ainsi faites ont une précision plus grande que les mesures directes.

» Si l'on disposait chaque fois rigoureusement l'axe de la lame *demi-onde* en coïncidence avec le plan de polarisation des rayons incidents ou avec le plan bissecteur du système à pénombres, il est évident que la même précision de mesure appliquée à des angles doubles ou triples diminuerait dans la même proportion les erreurs probables. La précision de la méthode dépend donc de la perfection du réglage préalable. Or, avec le polarimètre à pénombres, par exemple, un petit écart entre l'axe de la lame cristalline et le plan de symétrie du polariseur donne lieu à une variation double dans la position relative des deux plans de polarisation, de sorte que la sensibilité de l'observation est considérablement augmentée, et que le réglage se fait avec une précision beaucoup plus grande que celle des mesures ordinaires.

» En discutant l'influence perturbatrice d'un petit écart entre la position réelle du plan de symétrie du polariseur et la position initiale du plan principal de l'analyseur, on reconnaît que l'erreur commise sur l'orientation de l'axe de la lame cristalline est environ moitié moindre et que, si toutes les visées sont faites avec la même précision, l'emploi de la méthode précédente réduit les erreurs d'observation environ aux trois quarts

de leur valeur pour les doubles déviations et aux deux tiers pour les déviations triples.

» On trouve en outre dans les diverses déterminations un contrôle mutuel très précieux qui permet de fixer la valeur de l'approximation que comportent les nombres obtenus.

» Les considérations qui précèdent m'ont engagé à présenter à l'Académie cette méthode nouvelle, qui, par la simple interposition d'une lame cristalline convenablement choisie, permet d'augmenter la précision des mesures relatives à divers phénomènes de *polarisation rotatoire* dont l'observation est parfois d'une extrême délicatesse. »

PHYSIQUE. — *Sur les vitesses de propagation de l'inflammation dans les mélanges gazeux explosifs.* Note de MM. **Mallard** et **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Nous avons décrit, dans les pièces annexées aux procès-verbaux de la Commission du Grisou, le procédé expérimental au moyen duquel nous avons mesuré la vitesse de propagation de la flamme dans un mélange d'air et de grisou. Ce procédé se prête assez mal à l'observation des vitesses de propagation un peu considérables. Pour mesurer les vitesses propres à divers mélanges détonants, nous avons eu recours à la mesure directe de la durée de la propagation dans un tube de longueur connue. A chaque bout de ce tube sont placées en regard les extrémités de deux fils métalliques reliés à une bobine d'induction. Ces deux extrémités sont assez écartées pour que l'étincelle ne jaillisse entre elles qu'au moment du passage de la flamme; le courant qui se produit alors vient actionner un enregistreur Deprez.

» Ce système est délicat et un peu capricieux; nous l'avons remplacé, au moins pour les mélanges à forte vitesse, par le suivant. A chaque extrémité du tube on pratique latéralement un orifice assez étroit débouchant dans un tube en caoutchouc qui se termine dans une petite chambre fermée par une membrane élastique. Sur cette membrane s'appuie un style très léger. La flamme, passant en regard de l'orifice, le traverse et va produire une petite détonation dans la portion avoisinante du tube de caoutchouc, portion remplie de mélange détonant. La membrane se gonfle, le style se déplace, et ce déplacement s'enregistre sur un cylindre tournant, dont la vitesse constante est connue par les enregistrements des vibrations d'un diapason. On s'est assuré que la différence du retard dans les enregistre-

ments des déplacements des deux styles est négligeable, la durée de la propagation de l'onde dans chacun des tubes, d'ailleurs égaux entre eux, ne dépassant pas $\frac{1}{2}$ centième de seconde.

» La propagation de l'inflammation dans une enceinte ne se fait d'ailleurs avec la vitesse normale que lorsque la partie non encore enflammée reste en repos pendant toute la durée du phénomène. Lorsqu'il en est autrement, les mouvements qui se produisent dans cette portion du gaz peuvent, s'ils sont intenses, accroître si fortement la rapidité de la propagation, que celle-ci devient presque instantanée. Ce fait, très important à tous égards, et particulièrement intéressant pour l'étude des explosions de grisou, nous avait été obligeamment signalé par M. Schlœsing, qui a fait sur ce sujet, avec M. de Mondésir, des observations nombreuses, restées malheureusement presque inédites. Nous l'avons vérifié dans des circonstances assez variées. C'est ainsi que nous avons constaté que, dans un tube ouvert à une extrémité et fermé à l'autre, les choses se passent d'une façon très différente suivant qu'on met l'inflammation du côté de l'extrémité libre ou du côté de l'extrémité fermée.

» Dans le premier cas, si la vitesse normale de propagation n'est pas trop grande, la portion non brûlée du gaz reste sensiblement en repos, et la flamme se propage dans le tube sans bruit et avec une vitesse à peu près égale à la vitesse normale. Dans le second cas, l'énorme dilatation du gaz brûlé produit dans la masse gazeuse des mouvements très intenses ; aussi, même avec des mélanges à faible vitesse normale, l'extrême rapidité de la propagation s'annonce par une forte détonation [1]. Dans ces conditions, anomales au point de vue de nos recherches, nous n'avions pas songé à mesurer la vitesse effective de la propagation, lorsque M. Berthelot voulut bien nous communiquer les expériences dont il a entretenu l'Académie dans sa dernière séance. Nous avons alors fait avec notre appareil les observations suivantes. Le mélange de 1^{vol} de gaz tonnant de H et O et de 1^{vol} de H nous a donné, dans un tube enflammé vers l'extrémité fermée, une vitesse effective supérieure à 1000^{m} ; le mélange tonnant d'hydrogène et d'air, une vitesse au plus égale à 300^{m}.

» Même lorsque l'inflammation est mise du côté de l'extrémité ouverte du tube, si la vitesse de propagation normale dans le gaz est trop considérable, l'expansion du gaz brûlé ne se fait pas tout entière du côté de l'extrémité

---

(1) Nous avons même constaté que cette rapidité de marche de la flamme peut entraîner l'extinction de celle-ci, qui n'arrive pas alors à parcourir le tube tout entier.

ouverte, et des mouvements violents peuvent encore se produire dans la masse non brûlée. C'est ce que l'on observe, par exemple, avec les mélanges tonnants de grisou et d'oxygène ou d'hydrogène et d'oxygène. Avec ce dernier, et dans un tube de $1^m,35$ de long, nous avons mesuré une vitesse effective de 570^m par seconde. Mais cette vitesse, peu constante d'ailleurs d'une expérience à l'autre, s'accélère considérablement à mesure que la flamme s'avance dans le tube. En réduisant la longueur de celui-ci, on réduit donc la vitesse moyenne. Dans un tube de $0^m,347$ de longueur, nous avons observé pour le mélange tonnant d'hydrogène et d'oxygène des vitesses de 70^m et 100^m seulement. On arrive à réduire cette vitesse à 40^m, chiffre encore trop fort, en prolongeant en outre le tube par un autre tube de grande longueur et de même diamètre qu'on laisse rempli d'air.

» Avec des mélanges moins rapides que celui d'hydrogène et d'oxygène, l'inflammation par le côté ouvert du tube ne donne pas lieu aux mêmes effets perturbateurs, et les expériences deviennent concordantes. Toutefois quelques irrégularités dans la marche de la flamme se constatent encore à l'œil dans des tubes de verre. La vitesse paraît accélérée dans le voisinage des ventres de vibration, sans doute parce que le mouvement vibratoire y facilite un brassage du gaz. Ces irrégularités, qui s'atténuent d'ailleurs beaucoup lorsqu'on prolonge le tube à expérience par un autre tube de même section et de grande longueur, ne permettent pas de fixer les vitesses normales de propagation avec une approximation supérieure à $\frac{1}{10}$ de leur valeur.

» Voici quelques-uns de nos résultats numériques :

	H et O.		H et air.		CO et O.		Gaz d'écl. et air.	
	vol	m		m		m		m
Mél. tonn.	$+\frac{1}{3}$ O...	17,3	0,20 H...	2,0	CO + O...	2,2	0,125 gaz..	0,83
»	+ 1 O...	10,0	0,25	2,8	»		0,15......	1,00
»	$+\frac{1}{2}$ H...	18,0	0,30	3,4	»		0,175.....	1,16
»	+ 1 H...	11,9	0,35	4,1	»		0,20......	0,9
»	+ 2 H...	8,1	0,40	4,4	»		»	
	»		0,50	3,8	»		»	
	»		0,60	2,3	»		»	

» On remarquera que, pour les mélanges d'hydrogène et d'air, le maximum de vitesse se produit pour un mélange tenant environ 10 pour 100 d'hydrogène de plus que le mélange tonnant théorique. L'anomalie est analogue à celle que nous avons constatée pour les mélanges de grisou et d'air; elle a sans doute la même cause et doit être attribuée à la grande conductibilité calorifique relative de l'hydrogène.

» Les nombres qui se rapportent aux mélanges de H et O sont sans doute

trop forts; ils conduiraient, pour le mélange tonnant, à une vitesse peu supérieure à 20^m.

» Lorsque les gaz sont chauffés, la vitesse de propagation augmente. Le mélange contenant 0,30H et 0,70 air possède à 100° une vitesse égale à $4^m,30$ environ.

» Le diamètre du tube n'influe notablement sur la vitesse que lorsqu'il est très petit. Le mélange de 0,30H et 0,70 air conserve encore une vitesse de $3^m,4$ dans un tube de 3^{mm} de diamètre; mais cette vitesse est réduite à $1^m,72$ et la propagation peut même s'arrêter dans un tube de $0^{mm},9$ de diamètre. Le diamètre suffisant pour arrêter la flamme est d'ailleurs d'autant plus grand que la vitesse de propagation est plus faible. La flamme du mélange le plus détonant d'air et de grisou ne se propage pas dans un tube de $3^{mm},2$ de diamètre. »

OPTIQUE. — *Sur le dédoublement et l'élargissement des bandes de l'arc-en-ciel.* Note de M. **Ch. Ritter.**

« L'arc-en-ciel est défini par deux systèmes distincts de cônes semblables, à axes parallèles, et dont les sommets sont respectivement sur chacun des deux yeux. Au voisinage immédiat de l'observateur, ces deux systèmes de cônes sont entièrement séparés et extérieurs l'un à l'autre, et ce n'est qu'à une certaine distance, $1^m,50$ environ pour un écartement des deux yeux de $0^m,07$, que ces cônes commencent à se croiser par pénétration.

» Une construction géométrique montre de suite ce qui doit arriver selon que les gouttes éclairées et les plus rapprochées de l'observateur seront en deçà en au deçà du lieu de pénétration des cônes.

» Nous supposerons, pour simplifier, la ligne des deux yeux horizontale. Si les gouttelettes d'eau sont à une distance moindre que $1^m,50$, on devra, en les regardant des deux yeux, apercevoir deux arcs ou anneaux circulaires distincts : ces arcs auront leur écartement maximum sur leur diamètre horizontal, et l'intervalle, en forme de croissant, qui sépare le violet intérieur de l'un du rouge extérieur de l'autre ira en diminuant jusqu'aux points supérieurs et inférieurs de croisement de ces deux anneaux.

» A la distance de $1^m,50$, les deux arcs sont en contact (violet contre rouge) sur l'horizontale. Enfin, plus loin que $1^m,50$, les deux arcs se croisent sur toute la circonférence, mais sans que jamais, cependant, il y ait superposition complète.

» Ces conséquences de la théorie de l'arc-en-ciel se vérifient exacte-

ment. Il suffit pour cela de regarder, en tournant le dos au Soleil, la poussière d'eau que l'on aura projetée dans le voisinage des yeux en frottant des doigts une brosse légèrement mouillée ou mieux encore en pressant un petit pulvérisateur. On constatera qu'il y a dédoublement de l'arc ordinaire et de l'arc complémentaire, et que le dédoublement cesse dès que l'on ferme un des yeux.

» Le phénomène s'observe également dans la nature, notamment sur les toiles d'araignée et sur les nappes d'eau, lorsqu'elles sont recouvertes de perles de rosée. On le voit aussi sur les embruns que le vent détache des cascades et des gerbes des fontaines. Seulement, très souvent le phénomène se présente sous des apparences géométriques un peu confuses, et cela provient de ce qu'il est difficile de réunir toutes les conditions, d'avoir la ligne des yeux horizontale, perpendiculaire à la direction des rayons solaires et à égale distance des gouttes illuminées.

» Ce que nous venons de dire de l'arc-en-ciel s'applique en principe à tous ceux des phénomènes optiques de réfraction qui nous apparaissent suivant des cônes d'ouverture et d'orientation absolument définies. Pour tous, la largeur des bandes, du moins la largeur apparente aux deux yeux, doit, théoriquement, être plus grande suivant le diamètre parallèle à la ligne des yeux, l'élargissement ne devenant d'ailleurs très sensible que si les poussières aqueuses, causes du phénomène, sont très près de l'observateur, comme il doit arriver surtout pour l'arc blanc du brouillard. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la température extraordinaire de juillet* 1881. Note de M. E. Renou.

« La température s'est élevée ces jours passés, au parc de Saint-Maur, à un degré inaccoutumé : elle a atteint 35°,6 le 5 juillet et 37°,8 le 15. La température, au moment de ces grands maxima, varie de 1° à 2° en quelques instants, ce qui rend difficiles les comparaisons avec le thermomètre-fronde. J'ai trouvé des chiffres peu différents en moyenne et j'ai vu plusieurs fois, le 15 juillet, vers 3^h du soir, le thermomètre-fronde à 37°,3. On peut donc affirmer que la température de l'air s'est élevée à 37°,8, à quelques dixièmes de degré près. Pendant ce temps, quelques cumulus peu épais, venant du sud-sud-ouest, passaient près du Soleil, et c'est toujours dans ces circonstances que se produisent les maxima de la température. Le thermomètre à boule noircie, placé au centre d'un globe de verre plein d'air de $0^m,10$ de diamètre, marquait à midi 15° au-dessus de la tempéra-

ture de l'air : c'est une différence que nous trouvons fréquemment en toute saison, même en janvier.

» Cette température de 37°,8 est sans doute la plus haute qu'on ait jamais constatée authentiquement à Paris ou aux environs, quoique les chiffres plus élevés ne fassent pas défaut dans les Tableaux météorologiques, par exemple dans les Œuvres posthumes d'Arago.

» Ainsi, on avait 40° C. le 17 août 1701, d'après une évaluation due à Cassini; mais, à cette époque, on donnait précisément le même chiffre pour la température du sang humain, qui n'est en moyenne que de 36°, 85. D'ailleurs, le maximum lu sur le thermomètre de La Hire a été de 77°,5, ce qui ne fait que 32°, 35 d'après la valeur des degrés de La Hire que j'ai indiquée dans l'*Histoire du thermomètre*. Les chiffres de 39° C. en 1763 et 40° C. en 1765 sont des traductions erronées des deux chiffres de Messier, 31°, 2 et 32°; le thermomètre de Messier, réglé pour marquer 10° dans les caves de l'Observatoire, n'était point du tout un thermomètre de Réaumur et les deux températures ci-dessus équivalent respectivement à 36°, 6 et 37°, 5.

» Vient ensuite la température de 30°, 7 R. ou 38°, 4 C. observée le 8 juillet 1793 à l'Observatoire. Ce chiffre, identique à celui trouvé par Messier au Musée de Cluny, paraît lui avoir été emprunté. Les instruments y étaient dans une position très défectueuse et soumis à des réflexions solaires intenses, ainsi que le fait remarquer Messier lui-même, qui croyait atténuer ces erreurs en protégeant son thermomètre par une feuille de papier. Cotte, le même jour, obtenait à Montmorency 27° R., et, le 16 du même mois, 27°, 3 ou 34°, 1, chiffre souvent dépassé dans ses Tableaux météorologiques.

» La température la plus élevée constatée à Paris avec quelque certitude est celle de 29°, 4 R. ou 36°, 75 C. trouvée à l'Observatoire, dans la position actuelle, le 31 juillet 1803. En 1808, on a eu 36°, 2 C., tandis que Cotte, à Montmorency, notait 37°, 0, maximum le plus élevé qu'il y ait jamais trouvé depuis 1768.

» Enfin un chiffre très élevé, 37°, 2, figure encore dans les Tableaux des observations de Paris à la date du 18 août 1842; mais les chiffres étaient donnés à cette époque, de 1841 à 1853, sans correction, et le maximum de 1842 équivaut à 36°, 6.

» Il ne paraît donc pas que le thermomètre de l'Observatoire ait jamais atteint le maximum trouvé ces jours derniers au parc de Saint-Maur; mais il arrive quelquefois que les températures constatées à Paris sont infé-

rieures à celles de la campagne. Ce fait se présente quand la chaleur est apportée par le vent plus que par l'insolation directe; dans ce dernier cas, le contraire se manifesterait. J'en ai eu un exemple frappant le 24 juillet 1870 : alors que l'Observatoire notait un maximum de 33°, 1, je trouvais dans la campagne, au sud de Choisy-le-Roi, pendant plusieurs heures, des températures variant de 34° à 36°. En même temps, on constatait à Vendôme, sur la hauteur, avec le thermomètre-fronde, 37°, et 41°,2 à Poitiers par le même moyen.

» La haute température du 15 juillet 1881 n'était nullement prévue; l'étude des mouvements de l'atmosphère ne donne en été que des notions insuffisantes sur le temps probable. On a des pronostics plus sûrs par d'autres voies. Ainsi, dans ces temps réguliers, où précisément les mouvements de l'atmosphère n'indiquent presque rien, on trouve un guide plus sûr dans le retour de dix jours en dix jours indiqué par Sainte-Claire Deville; après le maximum du 5 juillet est venu celui du 15, et l'on doit en attendre un très élevé d'ici au 25. Le 16, nous avons eu l'orage qui a lieu presque chaque année à la même date, quoique rien, quelques heures auparavant, n'annonçât un temps orageux. Comme pronostic à long terme, un froid assez intense, accompagné de grandes chutes de neige en janvier en une seule période de froid, indique assez sûrement un été sec et chaud : c'est ce qui est arrivé en 1826, 1842, 1858 et en bien d'autres années antérieures.

» Les nuits sont chaudes depuis quelque temps, mais au commencement du mois elles ont été froides, et le 8 juillet, trois jours après un maximum de 35°,6, le thermomètre est descendu, à l'Observatoire du parc, à 6°,9, et dans notre station inférieure, à un niveau plus bas de 10^{m}, à 6° seulement; aussi la température de la Marne n'a-t-elle pas encore dépassé 24°,74, tandis que nous l'avons observée à 26°,4 le 15 juillet 1874. »

CHIMIE. — *Sur l'acide hydrosulfureux*. Réponse de M. **Schutzenberger** à une Communication de M. Bernthsen [1].

« Mon honorable contradicteur écarte, sans le discuter sérieusement, l'argument le plus décisif en faveur de ma formule, argument qui est en contradiction complète avec son équation, à savoir que le pouvoir réduc-

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 11 juillet 1881.

teur d'une solution de bisulfite passe de 3 à 4 par suite de son contact avec le zinc.

» Pour justifier mon interprétation, « il faudrait, dit-il, déterminer » d'abord la quantité des produits différents dont la composition *devrait* » *être déjà connue* ».

» La solution d'hydrosulfite *fraîchement* préparée par un quart d'heure de contact d'une solution de bisulfite de soude pur, assez étendue pour éviter tout dépôt cristallin, avec des copeaux de zinc bien décapés ne contient, à côté du sulfite de soude et du sulfite de zinc (neutres), qu'un sel qui absorbe l'oxygène de l'air en régénérant du bisulfite.

» Agitée à l'air jusqu'à disparition de son pouvoir réducteur sur l'indigo (carmin), elle ne renferme pas trace d'*hyposulfite*.

» En conséquence, je le répète, on ne peut admettre autre chose, sinon que l'action se passe entre 1^{at} de zinc et 3^{mol} de bisulfite ($\mathrm{SONaOHO}$).

» Les résultats de M. Bernthsen, dont je ne conteste nullement l'exactitude, ne prouvent rien contre ma formule; ils établissent seulement qu'après précipitation de la liqueur par le chlorure de baryum il reste un sel double ou un composé de sulfite et d'hydrosulfite donnant les rapports $\mathrm{S^2O^3Na^2O}$.

» Je compte du reste reprendre toute cette question, afin d'établir l'accord entre deux ordres de faits bien établis aujourd'hui et qui semblent se contredire. »

CHIMIE. — *Action du soufre sur diverses solutions métalliques.* Note de MM. E. **Filhol** et **Senderens**.

« Il résulte des recherches auxquelles nous nous sommes livrés depuis quelques mois que le soufre agissant à chaud sur les solutions de divers sels métalliques en détermine la décomposition, et donne lieu à des réactions plus ou moins complexes, suivant la nature des sels, réactions que la Thermochimie permet de prévoir.

» Nous ne signalerons aujourd'hui que les faits ayant trait à l'action du soufre sur quelques sels d'argent, de plomb et de cuivre.

» Si, après avoir mêlé du soufre très divisé avec une solution de sulfate d'argent, on fait bouillir le mélange, on ne tarde pas à voir du sulfure d'argent se déposer, et il est facile de constater que de l'acide sulfurique a

été mis en liberté. L'équation suivante permet de se rendre compte de la réaction :

$$3(\mathrm{Ag\,SO^4}) + \mathrm{S^4} + 4\mathrm{HO} = 3\,\mathrm{AgS} + 4\mathrm{SO^4H}$$

» Nous avons dit que la Thermochimie permettait de prévoir ce résultat. Les données suivantes, que nous empruntons au *Traité de Mécanique chimique* de M. Berthelot, en fournissent la preuve :

Premier système.

		Cal
3 AgO dégage	+	10,5
$3\mathrm{SO^3HO}$ dissous	—	314,1
$3\mathrm{AgO, SO^3}$ dissous		21,6
HO		34,5
		380,7

Second système.

		Cal
3 AgS dégage	+	4,5
$4\,\mathrm{SO^3HO}$		418,8
		423,3

Différence en faveur du second système, + 43,6.

» Le soufre décompose aussi l'azotate d'argent et donne lieu à la mise en liberté de l'acide azotique, en même temps qu'il se produit du sulfure d'argent et de l'acide sulfurique.

$$3\,\mathrm{AgO, AzO^5} + \mathrm{S^4} + 4\,\mathrm{HO} = 3\,\mathrm{AgS} + 3\,\mathrm{AzO^5\,HO} + \mathrm{SO^3HO}.$$

» Au premier membre correspondent $141^{\mathrm{Cal}},9$ et au second $190^{\mathrm{Cal}},5$; différence en faveur de ce dernier, + 48,6.

» Le carbonate, l'oxalate et l'acétate d'argent sont aussi décomposés par le soufre, comme les sels précédents. Avec le carbonate et l'acétate, la réaction commence même à la température ordinaire. Le chlorure d'argent, au contraire, n'a pas été décomposé.

» Quand on considère les deux systèmes

$$3\,\mathrm{AgCl} + \mathrm{S^4} + 4\,\mathrm{HO} = 3\,\mathrm{AgS} + 3\,\mathrm{HCl} + \mathrm{SO^3HO},$$

on trouve pour le premier $225^{\mathrm{Cal}},6$ et pour le second $227^{\mathrm{Cal}},1$.

» La différence en faveur du second système, qui est de $1^{\mathrm{Cal}},5$, s'élèverait à $3^{\mathrm{Cal}},9$ si l'on partait de l'équation suivante :

$$3(\mathrm{AgOHCl}) + \mathrm{S^4} + \mathrm{HO} = 3\,\mathrm{AgS} + 3\,\mathrm{HCl} + \mathrm{SO^3\,HO}$$

(voir *Mécanique chimique*, t. I, p. 371, 372, 381, 384.)

» Le sulfate de plomb est décomposé par le soufre avec une grande lenteur, et la liqueur qui surnage le précipité n'est pas acide, ce qui paraît indiquer la formation d'un peu de bisulfate de plomb. La production de ce dernier sel paraît nécessaire pour expliquer la décomposition du sulfate de plomb d'après les données thermiques.

» Le sulfate, l'azotate et le chlorure de cuivre n'ont pas été sensiblement décomposés. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation et dosage de l'alumine et des oxydes de fer et de chrome.* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« Le problème de la séparation et du dosage de l'alumine et de l'oxyde de fer est de ceux qui se présentent le plus fréquemment dans l'analyse des minéraux et des produits métallurgiques. Rivot et H. Sainte-Claire Deville en ont donné des solutions, qui sont satisfaisantes, lorsque les deux oxydes peuvent être préalablement isolés de toute autre substance; mais les méthodes enseignées par ces maîtres regrettés ne peuvent point s'appliquer en présence de l'acide phosphorique; elles ne donnent aussi que des résultats douteux, quand l'un des deux oxydes est en proportion très faible dans le mélange.

» Ces conditions défavorables se trouvent précisément réunies dans plusieurs minéraux ou minerais et dans beaucoup de produits d'art : fontes, laitiers, scories d'affinage, scories Bessemer, etc.

» La difficulté est telle, pour les fontes notamment, que, tout en y soupçonnant la présence de l'aluminium, on renonce presque toujours à le rechercher et même à en constater la présence.

» J'ai tenté de résoudre cette difficulté, et je suis arrivé à une méthode qui me semble donner de bons résultats. Elle est fondée : d'une part sur l'action depuis longtemps connue de l'acide tartrique, qui maintient l'alumine en dissolution dans une liqueur ammoniacale, pendant que le fer peut en être précipité à l'état de sulfure; de l'autre sur la propriété du phosphate d'alumine d'être sensiblement insoluble, même en présence de l'acide tartrique, dans une liqueur très faiblement acide, portée à l'ébullition.

» Les deux oxydes étant en dissolution azotique ou chlorhydrique, on ajoute de l'acide tartrique pur (1^{gr} environ) ou du bitartrate de potasse, puis de l'ammoniaque en quantité suffisante pour que la liqueur devienne bien limpide. On y verse alors du sulfhydrate d'ammoniaque, on agite et on laisse déposer le sulfure de fer, qu'on reçoit et lave sur un filtre. La

séparation est ainsi parfaitement nette, pourvu que le précipité ne soit pas assez volumineux pour retenir par adhérence une proportion appréciable d'alumine.

» On peut doser le fer en poids, ou par une méthode volumétrique.

» Pour doser l'alumine, on ajoute, selon sa proportion présumée, une quantité plus que suffisante de phosphate de soude, puis on décompose la liqueur sulfhydratée par l'acide chlorhydrique en léger excès (1^{cc} environ au delà de la saturation exacte), on ajoute 4^{gr} à 5^{gr} d'acétate de soude et on porte à l'ébullition. On maintient vers 100° pendant une ou deux heures, en laissant la dissolution se concentrer; puis on jette sur un filtre et on lave quelques instants à l'eau bouillante.

» Pour enlever l'acide tartrique dont le précipité est imprégné, il faut redissoudre par l'acide azotique étendu d'eau, neutraliser presque par de l'ammoniaque, ajouter quelques gouttes d'acide phosphorique et 2^{gr} ou 3^{gr} d'acétate d'ammoniaque, enfin porter à l'ébullition pendant une heure.

» Le précipité qui se forme est gélatineux; mais il y a si peu de sels fixes dans la liqueur, qu'après un court lavage à l'eau bouillante il n'en reste pas de traces sensibles dans le précipité. On peut incinérer, sans détacher la matière du filtre. Le phosphate est blanc, pulvérulent, facilement soluble dans l'acide azotique étendu et à froid. Il répond exactement à la formule PhO^5, Al^2O^3 et renferme par conséquent 42,04 pour 100 d'alumine.

» Il convient d'opérer les précipitations en liqueurs peu étendues et de laver avec peu d'eau, chauffée à 100°, pour rendre les pertes aussi faibles que possible; car le phosphate n'est pas complètement insoluble; mais 100^{cc} d'eau bouillante dissolvent en réalité moins de $0^{gr},001$ du composé.

» Les formiates peuvent être employés à la place des acétates correspondants; ils ne donnent pas de résultats sensiblement différents.

» J'ai même constaté que la précipitation peut se faire aussi d'une manière complète avec l'acide tartrique seul, sans addition d'acétate ou de formiate alcalin; mais le précipité est plus difficile à laver.

» Voici quelques exemples des résultats obtenus avec les acétates, après séparation du fer au moyen de l'acide tartrique et du sulfhydrate. L'alumine était ajoutée sous forme d'une dissolution d'azotate, dont 20^{cc} avaient laissé, par évaporation et calcination, $0^{gr},277$ d'alumine pure.

» Avec 5^{cc} de cette dissolution, j'ai eu $0^{gr},163$ de phosphate d'alumine,

correspondant à $0^{gr},0685$ d'alumine (au lieu de 0,0692); avec 10^{cc}, $0^{gr},330$ de phosphate répondant à 0,1387 d'alumine (au lieu de 0,1385).

» Je me propose de revenir très prochainement sur l'application de la méthode à la recherche de l'aluminium dans les fontes. Je n'ajouterai aujourd'hui que quelques mots, pour faire remarquer que la précipitation de l'alumine à l'état de phosphate peut également servir à la séparation de cette base et de l'oxyde de chrome.

» Il faut d'abord transformer ce dernier oxyde en acide chromique par fusion avec de la potasse pure et du nitre, puis dissoudre et acidifier légèrement la liqueur par l'acide azotique; on ajoute alors un peu de phosphate de soude, 4^{gr} à 5^{gr} d'acétate de soude et on porte à l'ébullition. Le phosphate d'alumine est seul précipité; on le lave avec un peu d'eau bouillante pour entraîner tout l'acide chromique, on dissout de nouveau dans l'acide azotique et on termine comme ci-dessus le dosage de l'alumine.

» On verse peu à peu dans la liqueur bouillante assez d'azotate d'alumine pour précipiter tout l'acide phosphorique, on fait bouillir une demiheure et on filtre.

» La liqueur acétique, après refroidissement, est additionnée d'acétate de plomb; tout l'acide chromique est alors précipité et dosé à l'état de chromate de plomb. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Industrie de la magnésie.* Note de M. Th. Schlœsing.

« Je me propose de faire connaître des moyens nouveaux d'extraire la magnésie des eaux mères des marais salants, et même de l'eau de mer; mais, avant de traiter ce sujet, qu'il me soit permis de présenter les considérations qui m'ont conduit à m'en occuper.

» Personne n'ignore que deux systèmes se disputent les déjections des habitants des villes : l'un veut la projection directe des matières à l'égout, au moment de leur émission; les eaux d'égout ainsi enrichies doivent ensuite être utilisées par l'agriculture, ou tout au moins être épurées sur des espaces restreints par filtration à travers le sol; l'autre conseille de recueillir les déjections, de les transporter et de les traiter dans des usines en vue d'en extraire les principes fertilisants. Le premier est généralement usité en Angleterre; il tend à passer en Allemagne et compte de zélés partisans en France; il offre l'avantage de délivrer immédiatement une ville de ses résidus les plus re-

poussants, avantage prépondérant pour une population soucieuse avant tout de son bien-être présent. Mais si l'on cherche un exemple d'utilisation réelle des eaux d'égout d'une grande ville, on ne le trouve point, et l'on est obligé de convenir que la projection à l'égout est le plus souvent la projection dans les nappes d'eaux souterraines ou dans les rivières et finalement à la mer d'une masse énorme de principes fertilisants ravis à la terre végétale. Le second système au contraire obéit à la loi de la restitution; il condense les principes fertilisants des vidanges dans des engrais qui retournent aux champs; mais il a contre lui l'imperfection de ses moyens d'exécution, fosses fixes ou mobiles, transports bruyants, émanations offensantes dans la ville et au dehors. On lui fait de plus un reproche très grave : l'extraction de l'ammoniaque étant fondée sur l'emploi d'une quantité de vapeur considérable et proportionnelle au cube de liquide traité, les frais d'exploitation s'élèvent en raison de la dilution des vidanges; le traitement industriel devient donc l'*ennemi de l'eau* et se trouve dès lors en opposition avec les recommandations expresses de l'hygiène.

» Les plus hautes autorités de la science, MM. Chevreul, Dumas, Boussingault, Liebig, ont proclamé la nécessité de rendre au sol les éléments nutritifs des récoltes exportés de la ferme pour aller se concentrer dans les villes ou les usines, et quiconque s'est occupé des conditions de la fertilité des terres a retenu les termes énergiques par lesquels M. Dumas les a résumées : « Toute agriculture qui ne reconstitue pas le sol est dévas- » tatrice, toute population urbaine qui perd ses immondices prépare son » suicide. » Il est donc évident que toute discussion entre les deux systèmes serait superflue, et que la supériorité serait définitivement acquise au second, si l'on parvenait à remplir les deux conditions suivantes : recueillir et transporter les vidanges en évitant tout contact avec l'air et le sol, sans émanation nuisible ou incommode; leur appliquer un procédé d'extraction des principes fertilisants exempt d'un surcroît de frais occasionné par l'état de dilution des matières (¹). La première condition concerne les ingénieurs : elle est à l'étude, et, si je ne me trompe, bien près d'être réalisée; la seconde est du ressort de la Chimie; j'ai voulu apporter ma contribution à une œuvre qui intéresse au plus haut point le maintien

---

(¹) Je tiens à faire observer que le traitement à part des vidanges laisse entière la nécessité d'épurer les eaux d'égout et de les utiliser par l'irrigation, opération dont je demeure un très ferme partisan.

de la fertilité de notre sol, en entreprenant les recherches dont je vais maintenant présenter le résumé.

» Des trois principes essentiels contenus dans les vidanges, la potasse, l'acide phosphorique et l'azote combiné, le premier ne peut être recueilli dans l'état présent de la science; le deuxième se trouve presque en entier avec les matières solides; la majeure partie du troisième est à l'état d'ammoniaque, dont l'extraction est l'opération essentielle des usines traitant les vidanges, et la seule que je veuille considérer pour le moment. Abandonnant le procédé de la distillation, l'ennemi de l'eau, je suis revenu à une réaction bien connue, souvent tentée, la précipitation de l'ammoniaque à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien; seulement, au lieu de mettre en présence, dans la vidange, un sel de magnésie et un phosphate soluble d'un prix toujours trop élevé, j'ai eu recours directement à l'acide phosphorique et à la magnésie, tous deux libres ou combinés d'avance.

» Le prix de revient de l'acide sulfurique est aujourd'hui tellement réduit, qu'il est possible de fabriquer sans trop de frais l'acide phosphorique libre au moyen des phosphates minéraux. Cet acide possède dans le phosphate ammoniaco-magnésien une valeur égale à celle qu'on lui donne dans les superphosphates : les frais de sa fabrication sont donc largement couverts par la plus-value qu'il acquiert en passant d'un phosphate minéral dans une combinaison dont tous les éléments, ammoniaque, acide phosphorique et magnésie sont assimilables. Mon principal effort devait donc porter sur les moyens d'obtenir la magnésie en abondance et à bas prix.

» Tous les chimistes savent qu'un lait de chaux étendu précipite intégralement la magnésie de ses dissolutions salines; mais le précipité, très volumineux, gélatineux même, ne peut être séparé et lavé industriellement par une turbine ou un filtre-presse. Ils savent encore qu'on augmente la compacité d'un précipité de ce genre, en le produisant dans des liqueurs concentrées; toutefois, mise à nu dans ces nouvelles conditions, la magnésie résiste encore aux appareils de filtration.

» Cependant une foule de substances, le carbonate de magnésie entre autres, que nos moyens ordinaires de préparation nous fournissent sous la forme de précipités volumineux, se trouvent dans la nature à l'état compacte, amorphes ou cristallines, et ont pourtant été extraites de dissolutions. A l'exemple des minéralogistes, qui ont reproduit artificiellement tant d'espèces naturelles, je pouvais espérer de trouver les moyens d'obtenir la

magnésie, sinon compacte, au moins non gélatineuse et sous une forme permettant la filtration et le lavage : ces moyens existent, en effet, et sont bien simples.

» L'étendue de cette première Note m'oblige à les décrire dans une deuxième Communication. »

VITICULTURE. — *Sur les dégâts causés en Grèce par l'anthracnose et le* Peronospora viticola. Lettre de M. GENNADIUS à M. Dumas.

« Calamæ, le 28 juin 1881.

» Calamæ est la capitale de la Messénie, la province la plus méridionale et la plus fertile de la Grèce. On y cultive en grand le figuier, l'olivier, la soie et le raisin de Corinthe : la culture de ces produits donne à ce pays l'apparence d'un grand jardin.

» Appelé par les habitants qui, pendant le 11, le 12 et le 13 de ce mois, ont vu leurs vignobles succomber aux attaques d'une maladie inconnue, j'ai vite reconnu qu'il s'agissait de l'anthracnose et du *Peronospora viticola.*

» Pendant les deux dernières années, j'ai pris tous les soins possibles pour faire connaître l'anthracnose à nos vignerons: je n'y ai pas réussi.

» Le pays est très humide et chaud; les conditions nécessaires pour le développement de l'anthracnose s'y trouvent donc réunies. Cette maladie ne s'est pourtant montrée, au moins en grand, que cette année-ci. Les dégâts qu'elle a causés sont considérables. Le raisin étant assez développé au moment de son apparition, elle a frappé tous les grains. Ceux qui tiennent encore à la grappe portent de grandes taches noires qui les détériorent.

» Les temps humides qui ont provoqué la maladie dans cette province ont aussi prévalu dans les autres parties de la Grèce. Toutefois, l'anthracnose ne s'est pas déclarée dans l'éparchie d'Élie, où, en 1879, elle a causé de grands dégâts. Faut-il l'attribuer aux soins que les habitants d'Élie ont pris pendant l'année passée et qui auraient tué les germes? Cette année-ci, ils n'ont employé ni chaux ni autre agent préventif.

» La chaux ne produit d'effet qu'autant qu'elle est employée tout de suite après le développement de l'humidité et de la chaleur. Je suis très convaincu de ce fait.

» Le *Peronospora* nous visite pour la première fois. Avant son apparition, on a eu ici une pluie et un vent du nord-ouest. Les viticulteurs affirment que cette maladie s'est déclarée tout d'un coup, comme l'anthracnose, qu'elle a causé des dégâts en quelques heures et qu'ensuite elle s'est

arrêtée. Je crains que leurs observations ne soient pas justes. Je vois sur les feuilles des taches de plusieurs âges : les unes ont déjà desséché les feuilles; les autres se voient facilement et n'ont pas encore détruit la feuille; d'autres sont développées sur des feuilles tout à fait jeunes qu'il faut examiner attentivement pour découvrir la tache en formation. Il est pourtant probable que pendant les 11, 12 et 13 du mois la maladie, marchant plus vite, frappait l'attention des viticulteurs d'une manière plus vive.

» Ordinairement on voit dans les vignobles de Messénie les deux maladies ensemble, il y a pourtant des endroits où l'on ne voit que le *Peronospora*.

» Un propriétaire, qui a pris cette maladie pour l'anthracnose, a commencé d'employer contre elle la chaux en grande quantité, et il dit que la maladie s'est arrêtée et qu'elle a fait peu de dommage dans sa propriété. Je n'ai pas encore visité l'endroit où l'on ne voit que le *Peronospora* pour comparer les dégâts de son vignoble avec ceux des voisins et pour vérifier ce qu'il dit sur l'efficacité de la chaux; mais, aussitôt que je l'aurai visité, je vous ferai connaître mon opinion. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine des troncs d'arbres fossiles perpendiculaires aux strates du terrain houiller*. Note de M. **H. Fayol**, présentée par M. Daubrée.

« Il est généralement admis que les troncs d'arbres fossiles que l'on trouve *debout* dans le terrain houiller, c'est-à-dire perpendiculaires, ou à peu près, sur le plan de stratification des bancs qui les renferment, ont été enveloppés de sédiments et fossilisés au lieu même de leur croissance.

» J'ai pu observer un assez grand nombre d'arbres debout dans le bassin de Commentry, et j'ai acquis la conviction que ces arbres avaient été charriés et déposés au fond des eaux, comme tous les autres éléments constitutifs du terrain houiller.

» Parmi les gisements d'arbres debout de Commentry, le plus remarquable est celui du banc dit *des Roseaux*, dans lequel les troncs de calamodendrons et de psaronius sont assez nombreux pour simuler une forêt fossile. Ce banc, intercalé dans la grande couche de houille, s'étend sur une surface à peu près demi-circulaire, de 1^{km} de rayon, dont le diamètre est aux affleurements; il a 2^{m} d'épaisseur dans la partie centrale et est constitué par du grès qui devient graduellement schisteux et charbonneux. Les arbres debout, qui sont le plus souvent des fragments de troncs sans branches ni racines, sont abondants dans la partie arénacée et très rares

dans la partie schisto-charbonneuse ; on n'en distingue aucune trace dans la houille, soit au-dessus, soit au-dessous du banc des Roseaux.

» Autour des tiges, les strates sont fréquemment courbées et relevées comme pour former un cône dont l'axe serait sur l'axe même de la tige ; lorsqu'un arbre à racines descend jusqu'à la partie inférieure du banc, la houille est elle-même relevée et forme un dôme, sous les racines.

» Le banc des Roseaux renferme une quantité prodigieuse de végétaux variés. Les arbres debout, ainsi que de petits fragments de rameaux en position verticale, y sont partout associés à des arbres couchés, à des feuilles et à des fruits.

» Un autre banc à arbres debout se trouve dans la tranchée Saint-Edmond, à 21^m au-dessus du toit de la grande couche : c'est un grès grossier de $1^m,30$ d'épaisseur, placé au milieu de grès plus fins. Il renferme des calamites debout de petite dimension.

» Il est remarquable que les puissantes assises schisteuses qui constituent ordinairement le toit de la grande couche, et qui sont extrêmement riches en arbres couchés, ne renferment pas d'arbres debout.

» On trouve au contraire des arbres debout au toit des petites couches n° 2, n° 5 et n° 6, mais seulement sur les points où ce toit est du grès ; dans les parties schisteuses, il n'y a que des arbres couchés.

» Des fragments de troncs de sigillaires, dont quelques-uns avaient de $0^m,80$ à 1^m de diamètre, ont été rencontrés dans les poudingues à gros éléments de la tranchée de l'Espérance ; ils n'avaient ni branches ni racines.

» On voit que les arbres *debout* du terrain houiller de Commentry sont ordinairement dans les grès, quelquefois dans les poudingues, rarement dans les schistes ; on n'en a pas encore rencontré dans les couches de houille. Les arbres *couchés* sont au contraire extrêmement nombreux dans les schistes, peu abondants dans les grès et rares dans les poudingues ; dans certaines parties des couches de houille on en distingue des traces nombreuses. On peut dire que les arbres couchés discernables sont cent fois plus nombreux que les arbres debout ; on trouve presque partout des arbres couchés, tandis que les arbres debout n'existent que sur quelques points exceptionnels. Les tiges debout sont souvent dépourvues de branches et de racines. Enfin l'on constate fréquemment un relèvement des strates autour de ces tiges.

» Ces divers faits s'expliquent facilement par le *charriage*.

» En jetant dans l'eau une fougère commune, récemment arrachée,

de 1^m à 2^m de hauteur, portant à son sommet quelques feuilles vertes, on la voit d'abord prendre la position verticale et rester en suspension la racine en bas; puis elle s'enfonce jusqu'au fond du bassin où elle reste encore debout pendant un certain temps; enfin elle se couche. Chacune des deux premières phases dure, selon l'état du végétal, de quelques heures à quelques jours.

» Si l'on abandonne des fougères semblables dans un courant d'eau chargé de sédiments minéraux, comme celui qui porte les schlamms résultant du lavage de nos houilles dans un bassin de dépôt (dont la contenance est de 350^{mc}), on retrouve ces fougères dans le dépôt, les unes fixées plus ou moins normalement aux strates dans les veines grenues, les autres couchées suivant le plan de stratification dans les veines boueuses.

» Des fougères sèches ou des feuilles vertes isolées ne prennent pas la position verticale.

» La courbure des strates se produit autour des piquets simulant des troncs d'arbres qu'on a eu le soin de fixer au milieu du bassin; les strates formées en eau tranquille et profonde sont relevées; celles qui se sont déposées en eaux courantes et superficielles sont, au contraire, abaissées et disposées en entonnoir autour du piquet.

» Avec leurs racines denses et fermes, leur longue tige à tissu central lâche et leur sommet couronné d'une ombelle de grandes feuilles légères, la plupart des arbres de l'époque houillère devaient se comporter dans l'eau comme les fougères dont je viens de parler; seulement la durée des phases de suspension et d'immersion en position verticale devait être beaucoup plus longue.

» Charriés par les eaux jusque dans un lac ou dans un estuaire, ces arbres devaient, selon leur état, ou surnager encore un certain temps ou descendre immédiatement au fond de l'eau. Si une inondation, ou l'un de ces déplacements de lit si fréquents à l'embouchure des fleuves à delta venait à charrier en même temps et des arbres verts et des sédiments minéraux, un certain nombre de troncs pouvaient s'immerger debout et être entourés d'un dépôt consistant de sable, par exemple, qui les fixait dans leur position d'une manière définitive; mais, si le dépôt se formait lentement ou s'il était sans consistance, comme de la boue ou des feuilles, rien n'empêchait l'arbre debout de se coucher lorsque le moment en était venu, c'est-à-dire lorsque, par l'effet de l'imbibition, toutes ses parties avaient une densité supérieure à celle de l'eau.

» On comprend ainsi pourquoi le banc des *Roseaux* renferme beaucoup d'arbres debout dans sa partie arénacée et seulement des végétaux couchés dans sa partie schisto-charbonneuse. On conçoit aussi pourquoi les arbres debout sont si rares dans les couches de houille et dans les assises schisteuses du toit de la grande couche; ces dépôts, constitués d'abord par des végétaux et du limon boueux, ne pouvaient retenir les arbres en position verticale.

» La simplicité avec laquelle on explique par la théorie du *charriage* les gisements d'arbres debout et les diverses particularités qui s'y rattachent est un argument de plus en faveur de cette théorie, qui rend si bien compte de la disposition des couches des terrains houillers lacustres. »

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Sur quelques points relatifs à l'immunité charbonneuse.* Note de M. **H. Toussaint**, présentée par M. Bouley.

« Il y a un an, le 12 juillet 1880, j'avais l'honneur de faire connaître à l'Académie les premiers faits d'immunité charbonneuse acquise au moyen d'inoculations préventives. Depuis cette époque je n'ai fait aucune Communication sur ce sujet. M. Bouley a bien voulu cependant, dans la séance du 6 septembre suivant, annoncer que le nombre des faits allait croissant : il citait quinze cas évidents. Ce nombre a quadruplé, et, dans ces derniers mois, les travaux publiés par M. Pasteur sur ce sujet ont montré que l'immunité pouvait être donnée sans coup férir. Sa méthode est bien certainement le dernier mot de la question.

» Il est cependant dans ces faits, comme dans tous ceux qui sont de même ordre, des points qui ne peuvent être résolus qu'avec le temps. De ce nombre sont la *durée* de l'immunité et son *hérédité*.

» Au point de vue de la durée, je puis dire que le charbon se comporte comme les autres maladies qui ne récidivent pas. La durée de l'immunité du charbon est en raison directe de la gravité de la première attaque, ou, si l'on veut, de l'énergie du vaccin, et en raison inverse de la résistance des animaux.

» Voici les faits qui le démontrent. Au mois d'août 1880, des agneaux de dix et de vingt mois, ainsi que des brebis vieilles, reçurent une même quantité d'un vaccin très énergique, je devrais dire trop, car il tua trois des cinq agneaux mis en expérience et un des antenais ou agneau de vingt mois. Chez tous les jeunes animaux qui ont survécu, ainsi que chez les brebis, les phénomènes produits par l'inoculation furent graves, mais tous

ont gardé leur immunité jusqu'à ce jour, les brebis même l'ont conférée à leurs agneaux.

» A la même époque, des antenais et des brebis âgées ont reçu un autre vaccin beaucoup plus atténué. L'action produite, très faible chez les brebis, s'est montrée plus forte chez les antenais. Un mois après la vaccination, une première inoculation de sang charbonneux a été faite à tous ces animaux (six antenais et dix brebis); tous ont résisté, mais une nouvelle inoculation faite à quelques brebis quatre mois après les a tuées. Les antenais, au contraire, ont gardé leur immunité et la possèdent encore.

» L'hérédité est acquise à l'agneau. Sept brebis vaccinées aux mois de mai, juillet et août 1880 ont été conservées jusqu'à ce jour et mises au troupeau après les premiers essais. Les sept agneaux qui en proviennent, inoculés dans le premier mois de leur naissance, ainsi que les mères, n'ont montré aucun symptôme morbide.

» Ce résultat me paraît important au point de vue de l'immunité, car il montre qu'il suffirait d'inoculer les femelles pour obtenir des troupeaux indemnes.

» Il n'est pas nécessaire d'inoculer les mères pendant la gestation pour obtenir l'immunité. Tous les cas que je viens de citer se rapportent à des brebis vaccinées deux ou trois mois avant la conception et qui n'ont pas été inoculées pendant la gestation. C'est donc une propriété vraiment héréditaire qui peut devenir un caractère de race. Mon honoré maître, M. Chauveau, a déjà démontré que dans les races algériennes les femelles pleines dont on renforce l'immunité par des inoculations donnent des petits qui sont tout à fait réfractaires. Il y a cependant entre ces deux cas une certaine différence : sous l'état de fœtus, le jeune animal fait partie de la mère, il en est un organe, et il doit recevoir et garder l'empreinte de tout choc, de tout état grave qui frappe la mère; mais, lorsque celle-ci peut transmettre un état acquis avant la gestation, alors que tous ses tissus, ses organes sont revenus à l'état normal, il faut en conclure que c'est sous l'influence non pas d'une cause passagère, mais bien d'une cause permanente, dont le siège est dans l'économie, que ce résultat est produit.

» Nous conservons des jeunes agneaux des deux sexes pour les faire reproduire plus tard et juger cette question. »

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE. — *Sur une nouvelle maladie des oies domestiques observée dans la commune de Viviers-les-Montagnes (Tarn).* Note de M. A. Caraven-Cachin. (Extrait d'une Lettre adressée à M. de Quatrefages.)

« Il y a environ un mois que l'on nous signalait, de divers côtés de la commune de Viviers-les-Montagnes, une mortalité subite dans les oies domestiques. Appelé par plusieurs fermiers pour étudier la cause de ce mal, qui sévissait avec assez d'intensité, nous nous rendîmes sur les lieux et nous constatâmes que cette maladie présentait tous les symptômes d'une asphyxie. Cependant elle nous paraissait avoir son siège dans l'œsophage : aussi l'autopsie seule semblait devoir éclairer et résoudre cette apparente contradiction.

» Nous pratiquâmes une incision longitudinale dans l'œsophage, et nous trouvâmes ce canal rempli de feuilles toutes hérissées de poils roides et piquants qui avaient profondément pénétré dans la partie interne et qui s'étaient fortement accrochés dans la membrane muqueuse qui tapisse cet organe.

» Ces piquants avaient déterminé une tumeur œsophagienne. Sous l'influence d'une irritation violente le canal musculo-membraneux s'était fortement distendu; mais, comme les effets de l'inflammation se trouvaient arrêtés par la colonne vertébrale, l'inflammation avait gagné la surface opposée, c'est-à-dire celle qui se trouve en contact avec la trachée-artère. Elle avait tellement comprimé cet organe, qu'elle avait fini par boucher le tuyau des voies respiratoires. La mort, tout en ayant réellement sa cause dans l'œsophage, arrivait par asphyxie.

» La maladie étant connue, il nous restait à déterminer quelle était cette plante si dangereuse pour nos oiseaux de basse-cour.

» Les fragments de feuilles extraits avec précaution de l'œsophage de l'oie nous apprirent que cette espèce végétale appartenait à la famille des *Composées*, au genre *Helminthia* et à l'*Helminthia echioides* (Gartn.) ou *Helminthie vipérine*. »

MÉDECINE. — *Expériences tentées sur les malades atteints de fièvre jaune avec l'acide phénique, le phénate d'ammoniaque, etc.* Note de M. DE LACAILLE.

« Rio Janeiro, 15 juin.

» La fièvre jaune n'a pas sévi cette année avec la même intensité que les années précédentes, grâce à des orages fréquents et à une grande quantité de pluie. Tous les marais qui entourent la baie de Rio de Janeiro sont inondés et les eaux sont croupissantes; il y aura lieu de craindre une recrudescence pour l'année prochaine si les pluies viennent à manquer en septembre et en octobre. La *médecine des ferments* vient de me donner de grandes satisfactions. Pendant les mois d'avril et de mai, j'ai donné mes soins à une douzaine de malades avec un plein succès, en suivant à la lettre la méthode du D^r Déclat.

» Parmi les douze cas, il y en a un des plus remarquables; il était arrivé à la période de *vomito greto*. Ce premier cas était celui de M^lle Coza (Reine-Germaine), âgée de vingt-trois ans, née de parents français, habitant l'intérieur du Brésil et de passage à Rio.

» Appelé au cinquième jour de la maladie, je trouvais le cortège effrayant de cette terrible intoxication : hémorrhagie, anurie, vomissements noirs; la malade était en un mot au voisinage de la mort.

» J'eus recours à une médication énergique. Injections hypodermiques à cent gouttes n° 21, sirop d'acide phénique, sirop de phénate d'ammoniaque, injections rectales au sulfophénique à des intervalles réguliers, de deux heures en deux heures. Dès le troisième jour de cette médication, on pouvait considérer la malade comme sauvée.

» Depuis trente ans que je suis aux prises avec la fièvre jaune, c'est le premier malade que j'ai la certitude d'avoir arraché à la mort (à cette période).

» Le second cas était à la période cosmique du parasite; j'ai eu recours à dix injections hypodermiques et à des lavements avec le sulfophénique et le glycophénique. Guérison complète le septième jour. Cette malade se nommait Marie Rose, artiste dramatique, âgée d'environ trente ans.

» Les autres cas ont été si vite hors d'affaire que je me demande, malgré ma longue pratique, s'ils ont eu réellement la fièvre jaune. Appelé à la période d'incubation, le triomphe était aisé. »

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain crétacé du Sahara septentrional* ([1]). Note de M. G. **Rolland**, présentée par M. Daubrée.

« La coupe générale de la craie du Sahara algérien comprend, de bas en haut : des marnes avec gypse interstratifié, calcaires et grès subordonnés (plus de 100^{m}); un massif continu de calcaire (100^{m}); de nouveau des marnes gypseuses (50^{m}), et un massif calcaire avec silex (plus de 100^{m}). D'où deux plateaux calcaires étagés, couronnant deux séries d'escarpements marneux.

» L'étage inférieur s'est montré très fossilifère dans la région d'El Golea. Il appartient à la craie moyenne et présente la même faune que dans l'Atlas, à une distance de 500^{km}. Le sous-étage marneux est cénomanien, le sous-étage calcaire est turonien. L'étage supérieur, dont je signale l'existence dans le sud du Sahara algérien, ne m'a pas offert de fossile caractéristique, mais il peut être suivi jusqu'en Tripolitaine, où il est constitué par la craie supérieure.

» Le terrain crétacé occupe, en effet, une ceinture continue autour du bassin quaternaire de l'Oued Rir' et du chott Melrir. Les couches, très faiblement inclinées, tournent graduellement en direction et plongent de toutes parts sous les atterrissements, de manière à figurer une grande cuvette, ou plutôt deux cuvettes emboîtées l'une dans l'autre et constituées respectivement par la craie moyenne et la craie supérieure. Tantôt la cuvette inférieure dépasse extérieurement : les bords des deux cuvettes dessinent alors en plan deux contours intérieurs l'un à l'autre, et en relief deux falaises étagées. Tantôt les deux épaisseurs se recouvrent complètement, et il n'y a plus que le plateau supérieur, limité par une falaise double, au pied de laquelle la craie moyenne trace un liséré.

» Dans le Sahara algérien, les plateaux crétacés plongent en moyenne vers l'E. 30° S. et représentent le flanc occidental de la cuvette. Le plateau inférieur règne seul au nord, dans la Chebka du Mzab et de Metlili, et se termine à l'ouest par la grande falaise d'El Loua (altitude de la crête, supérieure à 700^{m}). Les deux étages se voient dans le sud; leurs limites, d'abord ébréchées ou masquées par les dunes, donnent lieu, dans la région d'El Golea (oasis, 383^{m}), à deux falaises concentriques.

([1]) Voir la première Note sur le même sujet, t. XC, p. 1576.

» Ces plateaux fournissent un nouvel exemple de ce fait général, mis en lumière par M. Daubrée : que de très faibles déformations suffisent pour produire de nombreuses fissures, failles et cassures diverses. Malgré leur apparente horizontalité, les couches crétacées du Sahara ont subi des ploiements à grande courbure, et elles sont traversées par un système réticulé de cassures sans rejet ou diaclases, généralement verticales. Grâce à la surface nue et polie des *Hamada*, ces diaclases sont visibles sur toute leur longueur : elles tendent à se grouper autour de deux directions principales qui sont à peu près perpendiculaires et voisines de l'E. 30° S. et du N. 30° E. Ce sont elles qui ont guidé et facilité l'érosion des vallées coudées et en zigzag des *Chebka*. C'est à elles qu'est dû l'état fragmentaire et ruiné des corniches calcaires qui couronnent les escarpements crétacés du désert.

» Faisons maintenant le tour de la cuvette crétacée. Les deux plateaux se prolongent au sud d'El Golea : le plateau supérieur n'est autre que le Tademayt. Il résulte des renseignements recueillis par M. Parisot [1] (1873) et par nous-mêmes (1880), ainsi que de l'itinéraire de M. Rholfs [2] (1864), que le Tademayt est un plateau profondément entaillé par le haut Oued Mya et ses affluents, et limité par une ligne d'escarpements dirigée d'abord vers le sud-ouest, puis vers l'est au-dessus d'In Calah, enfin vers le nord-est; au pied, le plateau inférieur occupe une zone annulaire. C'est ainsi que la double cuvette dessine un promontoire vers le S. 30° W. De même, à l'est, le plateau de Tinghert s'avance entre Mesegguem et l'Igharghar. La seconde mission Flatters l'avait traversé dans sa partie occidentale, et M. Roche y avait retrouvé les deux terrasses crétacées. Il les avait déjà vues l'année précédente entre El Biodh et Timassinin (375^{m}), et l'escarpement inférieur lui avait fourni des fossiles cénomaniens [3].

» Poursuivant vers l'est, nous voyons que les deux contours se rapprochent et, au delà d'Ohanet, où est passé M. Duveyrier (1860), se confondent. Une seule falaise limite alors au sud la Hamada el Homra. Celle-ci est la partie méridionale, absolument unie, d'un plateau de plus de 2000 myriamètres carrés, représentant le versant oriental de la cuvette du Melrir, et terminé à l'est par un grand escarpement (bord du plateau, au nord 898^{m}, au sud 582^{m}). Ce plateau a été traversé en sens divers par

---

(1) A.-V. PARISOT, *Bulletin de la Société de Géographie*, février 1880.

(2) G. RHOLFS, *Von Maroc zum Tripoli bei In Calah und Ghadamès.*

(3) Voir *Comptes rendus*, t. XCI, p. 890.

Overweg [1] (1850), Duveyrier [2] (1861), Vatonne [3] (1862), etc., et, d'après ses fossiles, appartient à la craie supérieure, dont il présente les niveaux les plus élevés. Il est limité au nord par une ligne courbe de falaises se terminant vis-à-vis même de Tripoli par le promontoire dentelé du Dj. Gharian. En ce point, on peut voir sur les cartes de Rholfs (1865) et de Nachtigal (1869) que la grande falaise se dédouble : la tranche inférieure continue vers le nord-est jusqu'à la mer; la tranche supérieure tourne au sud, limitant le plateau supérieur dont je viens de parler, et dominant un plateau inférieur. Or, les fossiles trouvés par Overweg dans ces parages indiquent à la fois la craie supérieure et la craie moyenne, et, en recherchant leurs provenances exactes, j'ai reconnu que la première constitue le haut plateau, la seconde le bas plateau, ou, s'il y a recouvrement, l'une le haut, l'autre le bas de la falaise commune.

» La cuvette est fermée au nord par la lisière méridionale de l'Atlas, de Gabès à Biskra (123^{m}) et à Laghouat (746^{m}), le long de laquelle les couches émergent, en général fortement redressées, du manteau d'atterrissement.

» De part et d'autre de cette cuvette du Melrir, dont la superficie est comparable à celle de la France entière, le terrain crétacé se prolonge au loin tant à l'ouest qu'à l'est. A l'ouest, on le suit, le long des dernières crêtes de l'Atlas, de Laghouat à Figuig et au delà. Il est probable qu'il constitue les Hamada et Chebka du Sahara marocain. A l'est, il se poursuit au travers de la Tripolitaine, du désert libyque et du désert arabique. Les travaux récents de M. Zittel [4] montrent l'extension en Égypte de la craie moyenne et de la craie supérieure d'Algérie. Enfin, M. L. Lartet [5] a retrouvé les mêmes formations jusqu'en Arabie pétrée, en Palestine et en Syrie.

» Ainsi, les mêmes couches crétacées, caractérisées par les mêmes faunes et offrant sur de vastes espaces le même facies minéralogique, se déroulent, au sud de l'Atlas et de la Méditerranée, depuis l'océan Atlantique à l'ouest jusqu'à la mer Rouge à l'est, sur une longueur de près de 60° en longitude

---

(1) BEYRICH, *Zeitschrift der deutschen Geolog. Gesell.*, 1852.

(2) H. DUVEYRIER, *Les Touareg du Nord.*

(3) F. VATONNE, *Mission de Ghadamès.*

(4) K. ZITTEL, *Ueber den geologischen Bau der libyschen Wüste.*

(5) L. LORTET, *Exploration géologique de la mer Morte, de la Palestine et de l'Idumée.*

et une largeur de 3° à 6° en latitude. Aucun terrain postérieur n'apparaît jusqu'au quaternaire, qui garnit les parties basses du relief, sauf à l'est, dans le désert libyque, où l'on trouve du tertiaire. »

M. A. **Bonin** adresse à l'Académie plusieurs échantillons de staurotide, avec macles cruciformes, récoltés aux environs de la chapelle de Coadry, près Scaër, dans le Finistère.

La séance est levée à 5 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 juillet 1881.

La constitution essentielle de l'humanité; par P.-F. Le Play. Tours, impr. Mame, 1881; 1 vol. in-12.

L'Ecole de la paix sociale; par P.-F. Le Play. Tours, impr. Mame, 1881; opuscule in-18.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents; juin 1881. Paris, Dunod, 1881; in-8°.

Circulation ou stagnation. Traduction du discours prononcé par F.-O. Ward *au Congrès général d'hygiène tenu à Bruxelles en* 1854 *sur le système artériel et veineux pour l'assainissement des villes; par* Edwin Chadwick. Paris, typogr. Hennuyer, 1881; br. in-8°.

M. Bonnafont. *Quelques effets de mirage observés en Algérie, pendant l'expédition de la Tafna, en* 1837. Reims, impr. Justinart, 1880; in-8°. (Deux exemplaires.)

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences mathématiques; par M. O. Callandreau; I^re^ Thèse : *Détermination des perturbations d'une petite planète par les méthodes de M. Gyldén. Application à Héra;* II^e^ thèse : *Propositions données par la Faculté.* Paris, Gauthier-Villars, 1880; in-4°.

Carte de la Tunisie et de la frontière algérienne, publiée par la Société de

Géographie de l'Est, dressée sous la direction de M. J.-V. BARBIER. Nancy, lith. E. Munier, 1881; une feuille.

Handbuch der Kugelfunctionen, Theorie und Anwendungen; von Dr E. HEINE; zweiter Band. Berlin, G. Reimer, 1881; in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JUILLET 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **J.-A. Serret** présente à l'Académie le Tome IX des « OEuvres de Lagrange ». Ce Tome comprend la *théorie des fonctions analytiques*, ou les principes du Calcul différentiel.

ASTRONOMIE. — *Sur la comète b de* 1881. Note de **M. Mouchez.**

« M. Oudemans a bien voulu faire faire, sur ma demande, quelques recherches dans les archives des colonies du Gouvernement hollandais à la Haye, pour savoir s'il existait d'autres observations de la comète de 1733, faites au Cap de Bonne-Espérance, que celle citée dans l'Ouvrage de Struyck.

» Ces recherches ont constaté que la comète a été vue le 17, le 18 et le 19 mai 1733 par divers navigateurs, mais on ne trouve aucune observation précise. Le seul document qui permette d'obtenir une position approchée est l'extrait du journal du navire *Ypenroode*, où il est dit que, étant en vue des terres du Cap, par 34° 59′ de latitude et 39° de longitude, le 17 mai, vers 8^h du soir, on a aperçu, dans le NO $\frac{1}{4}$O, une comète qui est restée visible pendant une heure jusqu'à son coucher. A l'aide de cette indication, M. Oudemans a calculé que la position de la comète devait être à peu près

de 6^h5^m d'ascension droite et $-18^\circ 33'$ de déclinaison. Cette comète n'ayant pas été aperçue dans l'hémisphère nord, il semble à peu près certain que ce n'est pas la même que celle de 1807 et de 1881.

» M. Oudemans croit d'ailleurs, comme beaucoup d'astronomes, que cette comète *b* de 1881 n'est pas la même que celle de 1807, à cause de la trop grande différence de certains éléments, et les nouveaux calculs de l'orbite de cette comète par M. Bigourdan confirment cette opinion.

» Ces calculs, appuyés sur des observations favorables, puisqu'elles comprennent une marche de la comète pendant un mois et demi, de 108° en déclinaison et de 4^h13^m en ascension droite, établissent que son orbite est parabolique. On doit donc supposer que c'est la première fois que nous la voyons, et que nous ne la reverrons plus. »

ASTRONOMIE. — *Détermination de la flexion horizontale, de la flexion latérale et de la flexion de l'axe instrumental du cercle méridien de Bischoffsheim, à l'aide du nouvel appareil*; par MM. **Lœwy** et **Périgaud**.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les recherches que nous avons entreprises pour la détermination de la flexion absolue dans toutes les directions de l'instrument avec le cercle de Bischoffsheim, et cette seconde étude est venue confirmer irréfutablement la justesse de la méthode nouvelle. Nous rappelons en quelques mots le principe de l'appareil introduit dans la lunette, qui se compose d'un disque de verre taillé sur quatre faces, de telle façon qu'on amène sur le réticule, à volonté, trois images : l'image réfléchie des fils de ce réticule lui-même, l'image des traits inscrits sur l'objectif et l'image des divisions d'une plaque ajustée dans les tourillons. L'expérience que nous avons acquise dans les opérations effectuées avec le grand cercle méridien nous a permis de poser des règles infaillibles pour installer l'appareil et arriver à la détermination d'un ensemble d'éléments importants, savoir :

» Flexion horizontale du réticule et de l'objectif;

» Flexion latérale du réticule et de l'objectif;

» Flexion des cercles;

» Flexion de l'axe instrumental;

» Forme des tourillons;

» Déplacement relatif du flint et du crown;

» Effets produits sur la lunette par l'action des contre-poids ou d'une charge accidentelle quelconque;

» Mesures des coefficients d'élasticité des métaux.

» Il faut installer l'appareil au point d'entrecroisement des axes optique et instrumental, c'est-à-dire sur les fibres neutres de la lunette relatives à ces deux directions, et, après réglage, coller à l'arcanson les points d'attache à l'instrument. On peut alors, en chargeant l'appareil symétriquement, de manière à doubler et à tripler son poids, arriver à connaître très facilement les petits déplacements causés par sa propre pesanteur.

» Tandis que dans les mesures astronomiques ordinaires une vérification ne s'effectue généralement que par la répétition des opérations, ici nous possédons des moyens de contrôle variés et qui donnent aux conclusions le plus haut degré de certitude.

» C'est ainsi que nous avons pu déterminer la flexion astronomique horizontale et latérale par deux procédés différents, avec l'appareil simple ou chargé de poids, et toujours les résultats ont présenté un accord parfait.

» Nous avons trouvé également dans la flexion de l'axe instrumental une nouvelle preuve vraiment remarquable de la précision de nos opérations. Une première détermination, en effet, de cette inconnue a été faite avec la flexion en distance polaire, c'est-à-dire au moyen du fil horizontal mobile, en s'appuyant sur les flexions en distance polaire de l'objectif et du réticule, ainsi que sur le mouvement d'abaissement de l'appareil. Une seconde détermination, d'autre part, a été obtenue à l'aide des opérations de flexion latérale, c'est-à-dire au moyen du fil mobile vertical, en s'appuyant sur les flexions latérales de l'objectif et du réticule, ainsi que sur les mouvements latéraux de l'appareil. Les deux flexions de l'axe instrumental, ainsi trouvées par deux procédés absolument indépendants, ont présenté un accord tout à fait remarquable, à quelques centièmes de seconde près. La mesure de la flexion horizontale et la détermination de la collimation au nord et au sud, au zénith et au nadir, à l'aide de collimateurs et du bain de mercure, nous ont apporté une troisième vérification, précieuse pour l'exactitude des opérations effectuées.

» La flexion horizontale fournie par notre appareil s'est trouvée d'accord, comme pour le grand instrument méridien, avec celle donnée par les collimateurs, déterminée deux fois d'une manière indépendante, c'est-à-dire dans les deux positions de la lunette et à l'aide de deux cercles différents. Cette identité des résultats obtenus dans trois recherches différentes semble prouver, d'une manière générale, que la flexion des cercles est une quantité négligeable, puisque les nombres obtenus avec l'appareil sont indépendants de cette flexion, tandis que la flexion due aux collima-

teurs est une fonction du tube et des cercles. Un pareil résultat n'avait pas lieu de nous surprendre, car il est évident que le cercle, en fléchissant symétriquement par rapport à la verticale, ne provoque aucun changement de lecture; il faudrait, pour donner lieu à des variations appréciables, qu'il se produisît en même temps durant la rotation un mouvement de torsion, bien difficile à admettre *a priori*.

» Nous donnons ci-après la moyenne des résultats d'un grand nombre de mesures obtenues, en comparant avec l'appareil simple désigné *de poids* **1**, et l'appareil chargé de poids additionnels et désigné *de poids* **2**, au zénith et dans différentes directions de la lunette :

» 1° Les images des fils du réticule; 2° des traits de l'objectif et enfin des divisions du tourillon, ces images étant pointées avec le fil mobile horizontal pour la flexion en distance polaire et avec le fil mobile vertical pour la flexion latérale. Nous désignons par l_z et l les lectures au zénith et dans une direction quelconque, par h la hauteur de la lunette, par f_r, f_o et f_a les flexions du réticule, de l'objectif et de l'axe instrumental suivant la perpendiculaire à l'axe optique, par a la composante analogue au mouvement de l'appareil et par f la flexion absolue de l'axe.

» Chaque différence $l_z - l$ fournit entre les diverses inconnues du problème une relation inscrite dans les Tableaux suivants. Dans un Mémoire actuellement sous presse, nous donnons la démonstration de ces équations.

Flexion horizontale.

	h.	0°.	22° 30′.	45°.	67° 30′.	90°.	112° 30′.	135°.	157° 30′.	180°.
Fils réfléchis...	Valeurs de $l_z - l = f_r - a$.									
	Poids 1.....	+3″,29	+2″,97	+2″,30	+1″,30	0	−1″,22	−2″,29	−2″,93	−3″,04
	Valeurs de $l_z - l = f_r - 2a$.									
	Poids 2.....	+3,10	+2,78	+2,11	+1,16	0	−1,17	−2,07	−2,68	−2,80
Objectif...	Valeurs de $l_z - l = f_r + 1,07 f_o - 2,072 a$.									
	Poids 1.....	+6″,58	+6″,13	+4″,71	+2″,55	0	−2″,29	−4″,39	−5″,86	−6″,33
	Valeurs de $l_z - l = f_r + 1,07 f_o - 4,14 a$.									
	Poids 2.....	+6,33	+5,88	+4,39	+2,43	0	−2,36	−4,44	−5,64	−5,98
Tourillons.	Valeurs de $l_z - l = f_r - 2,31 f_a - 3,31 a$.									
	Poids 1.....	−2″,53	−2″,20	−1″,90	−1″,14	0	+0″,99	+2″,00	+2″,81	+3″,31
	Valeurs de $l_z - l = f_r - 2,31 f_a - 6,62 a$.									
	Poids 2.....	−2,79	−2,89	−2,57	−1,41	0	+1,32	+2,42	+3,27	+3,89

Flexion latérale.

Fils réfléchis... Valeurs de $l_z - l = f_r$.

h.	0°.	30°.	60°.	90°.	120°.	150°.	180°.
Poids 1	+0",05	+0",05	0",00	0",00	0",00	+0",06	+0",10
Poids 2	−0,04	−0,07	−0,02	0,00	+0,01	+0,01	−0,05

Objectif... Valeurs de $l_z - l = f_r + 1,07 f_o$.

	0°.	30°.	60°.	90°.	120°.	150°.	180°.
Poids 1	−0",12	−0",14	−0",12	0",00	+0",05	+0",17	+0",19
Poids 2	−0,29	−0,20	−0,02	0,00	−0,15	+0,11	+0,09

Tourillons. Valeurs de $l_z - l = f_r - 2,4\,(F - f \sin h)$.

h.	0°.	22°,30.	45°.	67°,30.	90°.	112°,30.	135°.	157°,30.	180°.
Poids 1	−5",69	−3",43	−1",58	−0",39	0",00	−0",58	−2",04	−3",87	−6",22
Poids 2	−6,26	−4,21	−2,04	−0,49	0,00	−0,69	−2,20	−4,16	−6,78

» L'inspection des Tableaux qui précèdent permet de tirer des conclusions immédiates. En examinant, par exemple, les valeurs trouvées par les opérations de la réflexion, on reconnaît que les flexions absolues sont considérables, et que, de part et d'autre du zénith, pour des directions symétriques, les nombres présentent une identité presque absolue. Il en est de même pour les opérations exécutées avec les traits de l'objectif. Si nous rapprochons ensuite les résultats obtenus avec le poids 1 de ceux obtenus avec le poids 2, nous constatons qu'ils diffèrent extrêmement peu; d'où il suit que les mouvements dus à la pesanteur de l'appareil sont des plus minimes. Avant d'aborder la solution théorique du problème, comme dans le cas du grand méridien, nous allons tout de suite nous rendre compte de la haute précision de nos mesures, en déterminant le mouvement de translation de l'appareil, ce qui peut se faire par trois méthodes différentes : par les nombres de la réflexion, par ceux de l'objectif, par ceux du tourillon.

Réflexion.

	131°10'.	104°40'.	86°10'.	63°40'.	18°40'.	356°10'.	333°40'.	311°10'.
P.1. $f_r - a$	+3",29	+2",97	+2",30	+1",30	−1",22	−2",29	−2",93	−3",04
P.2. $f_r - 2a$	+3,10	+2,78	+2,11	+1,16	−1,17	−2,07	−2,68	−2,80
d'où a	+0,19	+0,19	+0,19	+0,14	−0,05	−0,22	−0,25	−0,24

Objectif.

	131°10'.	104°40'.	86°10'.	63°40'.	18°40'.	356°10'.	333°40'.	311°10'.
P.1. $f_r + 1,07 f_o - 2,07\,a$	+6,58	+6,12	+4,71	+2,55	−2,29	−4,39	−5,86	−6,33
P.2. $f_r + 1,07 f_o - 4,14\,a$	+6,33	+5,88	+4,39	+2,43	−2,36	−4,44	−5,64	−5,98
d'où a	+0,11	+0,11	+0,15	+0,05	+0,03	+0,02	−0,11	−0,16

Tourillons.

	131°10'.	104°40'.	86°10'.	63°40'.	18°40'.	356°10'.	333°40'.	311°10'.
P.1. $f_r - 2,31 f_a - 3,31\,a$	−2,53	−2,20	−1,90	−1,14	+0,99	+2,00	+2,81	+3,31
P.2. $f_r - 2,31 f_a - 6,62\,a$	−2,79	−2,89	−2,57	−1,41	+1,32	+2,42	+3,27	+3,68
d'où a	+0,08	+0,21	+0,20	+0,08	−0,10	−0,13	−0,14	−0,11

» On constate ainsi et la concordance vraiment remarquable de ces trois valeurs obtenue par des procédés différents, et la petitesse du mouvement de translation de l'appareil, comme on pouvait le prévoir d'après le mode d'installation.

» La recherche de la loi analytique reliant les divers résultats nous a conduits à adopter, pour les diverses inconnues du problème, une fonction à trois termes de la forme $b\cos h + c\sin h + d\cos 2h$.

» Nous donnons ci-après les valeurs de ces diverses fonctions, ainsi que les différences observation — calcul.

Flexion horizontale.

Fils réfléchis...	Poids 1. Valeurs de $f_r - a = +3,20\cos h + 0,05\sin h + 0,06\cos 2h$.									
	h.	0.	22°30′.	45°.	67°30′.	90°.	112°30′.	135°.	157°30′.	180°.
	Obs. — Calc..	+0″,03	−0″,06	−0″,00	+0″,07	+0″,01	+0″,01	−0″,07	−0″,04	+0″,10
	Poids 2. Valeurs de $f_r - 2a = +2,95\cos h + 0,05\sin h + 0,09\cos 2h$.									
	Obs. — Calc..	+0,06	−0,03	−0,02	+0,05	+0,04	−0,02	−0,02	−0,03	+0,06
Objectif...	Poids 1. Valeurs de $f_r + 1,07 f_o - 2,07 a = +6,45\cos h + 0,20\sin h + 0,12\cos 2h$.									
	Obs. — Calc..	+0,01	+0,01	+0,01	+0,02	−0,08	+0,08	+0,03	−0,06	0,00
	Poids 2. Valeurs de $f_r + 1,07 f_o - 4,14 a = +6,20\cos h + 0,09\sin h + 0,12\cos 2h$.									
	Obs. — Calc..	+0,01	+0,03	−0,05	+0,07	+0,04	+0,02	−0,12	−0,03	+0,10
Tourillons..	Poids 1. Valeurs de $f_r - 2,31 f_a - 3,31 a = -2,81\cos h + 0,19\sin h + 0,33\cos 2h$.									
	Obs. — Calc..	−0,05	+0,09	−0,04	0,00	+0,14	−0,03	−0,12	−0,10	+0,17
	Poids 2. Valeurs de $f_r - 2,31 f_a - 6,62 a = -3,39\cos h + 0,14\sin h + 0,34\cos 2h$.									
	Obs. — Calc..	+0,26	−0,05	−0,27	0,00	+0,20	+0,13	−0,08	−0,15	+0,16

» En rapprochant les formules des poids 1 et 2, nous avons alors déduit la valeur théorique de $a = +0'',18\cos h + 0'',02\sin h - 0'',01\cos 2h$.

» En éliminant a et résolvant ces équations, on trouve

$$f_r = +3'',35\cos h + 0'',08\sin h + 0'',06\cos 2h,$$
$$f_o = +3'',30\cos h + 0'',12\sin h + 0'',03\cos 2h,$$
$$f_o - f_r = -0'',05\cos h + 0'',04\sin h - 0'',03\cos 2h.$$

» Comme pour le grand méridien, nous avons déterminé la flexion horizontale de l'instrument Bischoffscheim au moyen d'un collimateur placé sur le pilier de l'objectif de la mire nord et de la mire sud. Nous avons fait de nombreuses déterminations dans les deux positions de la lunette, et les résultats obtenus confirment pleinement les conclusions précédentes.

Voici les moyennes de vingt opérations complètes obtenues dans les deux positions de la lunette pour la quantité $f_r - f_o$:

Position directe...... $+0'',03$ Position inverse...... $+0'',23$

» La flexion correspondante déduite de nos formules est $+0'',05$; par les collimateurs nous obtenons $+0'',13$. L'accord est des plus satisfaisants; on voit aussi que l'influence de la flexion des cercles est complètement négligeable, la légère discordance des deux nombres $0'',03$ et $0'',23$ pouvant être attribuée aux erreurs des expériences.

Flexion latérale.

» Si l'on se reporte aux Tableaux précédents, comprenant les déterminations relatives à cette flexion, on s'assure immédiatement qu'il ne se manifeste de déviation latérale dans aucune direction de la lunette. Les valeurs obtenues pour l'expression $l_z - l$ dans toutes les expériences sont tellement faibles qu'elles peuvent être attribuées aux erreurs des observations. Voici la moyenne des deux séries de déterminations obtenues avec les poids 1 et 2 :

	131°10'.	101°10'.	71°10'.	11°10'.	341°10'.	311°10'.
Fils réfléchis......	$0'',00$	$-0'',01$	$-0'',01$	$+0'',01$	$+0'',04$	$+0'',03$
Objectif..........	$-0,20$	$-0,17$	$-0,07$	$-0,05$	$+0,14$	$+0,13$

la plus forte valeur trouvée ne dépassant pas $0^s,01$.

» Les opérations n'étant pas très nombreuses, nous considérerons comme nulle la flexion latérale et la collimation comme constante dans toutes les directions. Du reste, les collimations obtenues avec la mire nord et la mire sud, avec le collimateur zénithal et le bain de mercure étant identiques, on trouve encore ici une nouvelle preuve de la sûreté et de la précision du procédé employé.

Flexion de l'axe instrumental.

» Par les opérations de distance polaire, on obtient avec les tourillons : $f_r - 2,31 f \cos h - 3,31\, a$ et $f_r - 2,31 f \cos h - 6,62\, a$.

» Éliminant fr et a au moyen des expressions trouvées pour ces quantités, on obtient les valeurs de $f \cos h$:

	0°.	22°30'.	45°.	67°30'.	90°.	116°30'.	135°.	157°.	180°30'.
Moyenne.	$2'',24$	$+2'',12$	$+1'',75$	$+0'',97$	$+0'',01$	$-0'',90$	$-1'',68$	$-2'',27$	$-2'',56$

Adoptant, pour représenter la flexion absolue de l'axe, une fonction à trois termes, $f = a + b \sin h + c \cos h$, la méthode des moindres carrés nous conduit à l'expression $f = +2,39 + 0,02 \sin h - 11 \cos h$.

» D'autre part, la flexion latérale nous a fourni les valeurs de

$$f_r - 2,4\,(F - f\sin h),$$

F étant la flexion de l'axe quand la lunette est dirigée vers le zénith. L'élimination de f_r conduit à la connaissance de l'expression $F - f\sin h$ suivante :

0°.	22°30'.	45°.	67°30'.	90°.	112°30'.	135°.	157°30'.	180°.
+2",47	+1",58	+0",75	+0",18	+0",00	+0",27	+0",88	+1",66	+2",69

La méthode des moindres carrés nous conduit au résultat

$$f = +\,2,39 + 0,18\sin h + 0,12\cos h.$$

» Ces deux valeurs de la flexion de l'axe instrumental ainsi obtenues par des procédés indépendants présentent un accord tout à fait remarquable, et nous y trouvons une éclatante confirmation de la précision de l'appareil et de la sûreté des méthodes employées.

» En se reportant aux valeurs absolues des flexions du réticule, de l'objectif et de l'axe, on trouve des nombres considérables, relativement supérieurs à ceux du grand méridien, tandis que la flexion astronomique est ici très faible. Ce résultat, eu égard aux conditions de construction respectives des deux instruments, a été imprévu pour nous comme pour le constructeur, qui pensait que toutes les flexions, et notamment la flexion astronomique du cercle Bischoffscheim, devaient l'emporter sur celles du grand méridien. Un pareil fait montre une fois de plus que, dans la mesure d'éléments si délicats, il faut se garder de toute idée préconçue, et n'ajouter aucune confiance à toutes les hypothèses qui peuvent être imaginées, tant sur la structure de la masse métallique que sur la solidité des pièces des instruments, alors surtout qu'il s'agit d'évaluer des effets du dernier ordre mesurable. Nous avons, dans une Note publiée antérieurement aux *Comptes rendus,* énuméré les causes multiples qui peuvent entraîner une variation de la ligne de visée. En général, ces causes se combineront de manière à produire un résultat très sensible; mais il arrivera, par exception, des cas où elles se neutraliseront. En consultant, en effet, les diverses publications astronomiques sur la flexion horizontale des lunettes, la seule qu'on avait pu mesurer jusqu'à présent, on constate dans le plus grand nombre des cas des effets notables. Pour le cercle Bischoffscheim, nous nous trouvons très heureusement en présence de cette compensation des causes de flexion, si désirée des astronomes et si rarement rencontrée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équivalence des formes quadratiques;* par M. C. JORDAN.

« IX. PROBLÈME. — *Étant données deux formes quadratiques* F *et* G *à* n *variables et de même discriminant* $\Delta \gtrless 0$, *reconnaître si elles sont équivalentes et déterminer les substitutions à coefficients entiers qui transforment* F *en* G.

» Lagrange et Gauss ont résolu cette question pour les formes binaires, et M. Hermite a traité le cas plus difficile des formes ternaires (*Journal de Crelle*, 47). On trouve d'ailleurs dans ses Mémoires tous les principes nécessaires pour étendre la solution au cas général. Cette belle méthode nous paraît toutefois avoir besoin d'être complétée dans le cas exceptionnel où la forme G serait équivalente à des réduites singulières par rapport à F.

» Le problème se trouve résolu, au moins en principe, par le théorème suivant :

» THÉORÈME. — *Toute substitution à coefficients entiers qui transforme* F *en* G *est un produit de substitutions à coefficients entiers et limités (en fonction des coefficients de* F *et de* G), *dont la première transforme* F *en* G, *chacune des suivantes transformant* G *en elle-même.*

» Il suffira, en effet, d'un nombre limité d'essais pour reconnaître s'il existe des transformations de F en G, et déterminer celles des transformations de G en elle-même dont la combinaison reproduit toutes les autres.

» Nous pouvons supposer, dans la démonstration, le théorème établi pour les formes à moins de n variables.

» X. Il existe évidemment une substitution t à coefficients entiers ou non, mais limités, qui transforme F en G. Toute autre substitution Σ qui opère cette transformation sera de la forme ts, s étant un produit de substitutions infinitésimales $s_1, s_2, \ldots, s_i$ qui transforment G en elle-même.

» Appliquons aux substitutions successives

$$(1) \qquad 1, \; s_1, \; s_1 s_2, \; \ldots$$

la méthode de réduction continuelle de M. Hermite. Il viendra, comme on sait,

$$\Sigma = t\mathrm{R}(\mathrm{S}_1\mathrm{S}_2\ldots\mathrm{S}_\nu)^{-1},$$

R étant une substitution réduite, et $\mathrm{S}_1, \ldots, \mathrm{S}_\nu$ des substitutions à coefficients

entiers et de déterminant 1, telles que les substitutions

$$T_\alpha = K_\alpha S_1 \ldots S_{\alpha-1} \quad \text{et} \quad T_\alpha S_\alpha$$

soient toutes les deux réduites, K_α désignant une substitution convenablement choisie dans la suite (1).

» Il résulte de là que S_α a ses coefficients limités. En outre, si dans la substitution T_α quelqu'un des rapports $\frac{\mu_2}{\mu_1}, \ldots, \frac{\mu_n}{\mu_{n-1}}$ surpasse 2^{4n-5}, S_α aura des coefficients nuls (*Comptes rendus*, séance du 18 juillet).

» Les coefficients de tR sont également limités. Soient, en effet, $\gamma_{11}, \ldots, \gamma_{nn}$ et $\alpha_{11}, \ldots, \alpha_{nn}$ les coefficients des substitutions t et R. On aura

$$tR = \begin{vmatrix} x_1 & (\gamma_{11}\alpha_{11} + \ldots + \gamma_{1n}\alpha_{n1})x_1 + \ldots \\ \ldots & \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_n & (\gamma_{n1}\alpha_{11} + \ldots + \gamma_{nn}\alpha_{n1})x_1 + \ldots \end{vmatrix}.$$

» Cette substitution, étant d'ailleurs égale à $\Sigma S_1 \ldots S_\nu$, a ses coefficients entiers et l'unité pour déterminant. Donc l'un au moins des coefficients qui y multiplient x_1 a son module au moins égal à 1. Les coefficients γ étant limités supérieurement, cette condition limitera inférieurement la quantité

$$N\alpha_{11} + \ldots + N\alpha_{n1} = \mu_1.$$

» Cela posé, les relations

$$\mu_{k+1} \overset{=}{>} \tfrac{1}{2}\mu_k, \quad \mu_1\mu_2\ldots\mu_n = 1$$

limiteront toutes les quantités μ, et par suite tous les coefficients α.

» XI. Ces préliminaires posés, admettons, pour fixer les idées, qu'on ait à raisonner sur des formes à six variables x, y, z, u, v, w.

» Les formes

$$G_1 = GT_2 = GS_1, \quad \ldots, \quad G_\nu = GT_{\nu+1} = GS_1 \ldots S_\nu,$$

réduites par rapport à G, ont leurs coefficients entiers. Supposons, pour fixer les idées, que $G_1, \ldots, G_{\alpha-1}$ soient des réduites ordinaires, et $G_\alpha, \ldots, G_\nu$ des réduites singulières de la forme

$$\begin{aligned} &(ax + by + Cz + \ldots + Fw)w \\ &+ (a'x + b'y + C'z + \ldots + E'v)v + \text{fonct. quadr.}(z, u); \end{aligned}$$

$G_1, \ldots, G_{\alpha-1}$ auront tous leurs coefficients limités. Il en sera de même pour $G_\alpha = G_{\alpha-1}S_\alpha$ et $G_\nu = G(tR)^{-1}$, puisque S_α et tR ont leurs coefficients limités et l'unité pour déterminant.

» On pourra donc, par des substitutions I_α et I_ν à coefficients limités et de la forme

$$\begin{vmatrix} x & x+\beta_{13}z+\ldots+\beta_{16}w \\ y & y+\beta_{23}z+\ldots+\beta_{26}w \end{vmatrix},$$

transformer G_α et G_ν en deux formes simples, respectivement équivalentes, H et H'.

» On voit aisément, d'autre part, que si la constante arbitraire e, qui figure dans la définition des réduites singulières (*Comptes rendus*, 18 juillet), est choisie suffisamment grande, on aura, dans chacune des substitutions $T_{\alpha+1}, \ldots, T_\nu$,

$$\frac{\mu_3}{\mu_2} > 2^{4n-5}, \quad \frac{\mu_5}{\mu_4} > 2^{4n-5}.$$

» Par suite, les substitutions $S_{\alpha+1}, \ldots, S_\nu$ se réduiront à la forme

$$\begin{vmatrix} x & \beta_{11}x+\beta_{12}y+\ldots & & \\ y & \beta_{21}x+\beta_{22}y+\ldots & & \\ z & & \beta_{33}z+\beta_{34}u+\ldots & \\ u & & \beta_{43}z+\beta_{44}u+\ldots & \\ v & & & \beta_{55}v+\beta_{56}w \\ w & & & \beta_{65}v+\beta_{66}w \end{vmatrix}.$$

» La substitution $L=I_\alpha^{-1}S_{\alpha+1}\ldots S_\nu I_\nu$, produit de facteurs de cette forme, sera elle-même de cette forme. D'ailleurs, elle transforme H en H' et a l'unité pour déterminant.

» XII. Soit

$$H=(ax+by+cz+\ldots)w+(\alpha x+\beta y+\gamma z+\ldots)v+f(z,u),$$
$$H'=(a'x+b'y+c'z+\ldots)w+(\alpha'x+\beta'y+\gamma'z+\ldots)v+f'(z,u).$$

» La substitution L est évidemment le produit de trois substitutions partielles appartenant respectivement aux formes suivantes :

$$(2)\qquad L_1=\begin{vmatrix} z & \beta_{33}z+\beta_{34}u \\ u & \beta_{43}z+\beta_{44}u \end{vmatrix},$$

$$(3)\qquad L_2=\begin{vmatrix} z & z+\beta'_{35}v+\beta'_{36}w \\ u & u+\beta'_{45}v+\beta'_{46}w \\ v & \beta'_{55}v+\beta'_{56}w \\ w & \beta'_{65}v+\beta'_{66}w \end{vmatrix},$$

$$(4)\qquad M=\begin{vmatrix} x & \beta_{11}x+\beta_{12}y+\beta''_{13}z+\ldots \\ y & \beta_{21}x+\beta_{22}y+\beta''_{23}z+\ldots \end{vmatrix}.$$

L_1 doit évidemment transformer f en f'. Le théorème étant supposé vrai pour les formes à deux variables, on aura

$$L_1 = P_1 P_2 \ldots P_m,$$

$P_1, \ldots, P_m$ étant des substitutions à coefficients entiers et limités, dont la première transforme f en f', les autres transformant f' en elle-même.

» D'autre part, on a, par la théorie des substitutions linéaires,

$$L_2 = P_{m+1} \ldots P_r,$$

$P_{m+1}, \ldots, P_r$ étant des substitutions à coefficients entiers et limités.

» Enfin, on vérifie immédiatement que la condition que L transforme H en H' détermine sans ambiguïté les coefficients de M en fonction de ceux de L_1 et de L_2, et ces coefficients seront limités si ceux de L_1, L_2 le sont.

» XIII. Cela posé, on aura

$$L = P_1 P_2 \ldots P_r M.$$

» Considérons les formes successives

$$H_1 = HP_1, \quad \ldots, \quad H_r = HP_1 \ldots P_r.$$

Elles seront de l'espèce suivante :

$$(a'x + b'y + Cz + \ldots)w + (\alpha'x + \beta'y + \Gamma z + \ldots)v + f'(z, u),$$

les coefficients désignés par des lettres majuscules étant seuls variables d'une forme à l'autre.

» Groupons dans une même famille toutes les formes de cette espèce, qui sont transformables les unes dans les autres par une substitution à coefficients entiers et de l'espèce (4). Il est aisé de voir que le nombre λ des familles possibles sera limité. [Dans le cas actuel, il ne peut surpasser $(N\Delta)^{12}$].

» Cela posé, si $r > \lambda + 1$, deux au moins des formes $H_r, H_{r-1}, \ldots, H_{r-\lambda}$, par exemple H_k et H_l, seront de la même famille. Soit M_1 la substitution de l'espèce (4) qui transforme H_l en H_k. La substitution L sera le produit des deux suivantes :

$$L' = P_1 P_2 \ldots P_l M_1 P_{k+1} \ldots P_r M \quad \text{et} \quad L'' = (M_1 P_{k+1} \ldots P_r M)^{-1} P_{l+1} \ldots P_r M,$$

dont la première transforme H en H' et la seconde H' en elle-même. D'ailleurs, les substitutions de l'espèce (4) formant évidemment un groupe

permutable aux substitutions P, on pourra écrire

$$L' = P_1 \ldots P_l P_{k+1} \ldots P_r M_2, \quad L'' = (P_{k+1} \ldots P_r)^{-1} P_{l+1} \ldots P_r M_3,$$

M_2 et M_3 étant de l'espèce (4).

» Cela posé, L'', ne contenant qu'un nombre limité de facteurs, aura ses coefficients limités. Quant à L', elle contient moins de facteurs de l'espèce P que L. Si elle en contient encore plus de λ, on la traitera de même que L.

» XIV. On voit, par cette analyse, que L est un produit de substitutions à coefficients entiers et limités, dont la première transforme H en H', les autres transformant H' en elle-même. Désignons ces substitutions par $U_{\alpha+1}, \ldots, U_\mu$, et posons en outre

$$S_1 = U_1, \quad \ldots, \quad S_{\alpha-1} = U_{\alpha-1}, \quad S_\alpha I_\alpha = U_\alpha;$$

il viendra

$$\Sigma = tR(S_1 \ldots S_\nu)^{-1} = tRI_\nu (U_1 U_2 \ldots U_\mu)^{-1},$$

$U_1, U_2, \ldots, U_\mu$ étant une suite de substitutions à coefficients entiers et limités, et telles que les formes

$$G'_1 = GU_1, \quad \ldots, \quad G'_\mu = GU_1 \ldots U_\mu$$

soient toutes des réduites ordinaires ou des formes simples équivalentes à des réduites singulières par rapport à G.

» Ces réduites ordinaires et ces formes simples ayant leurs coefficients limités, le nombre des formes distinctes que peut offrir la suite $G'_1, \ldots, G'_\mu$ ne pourra surpasser une certaine limite λ'.

» Cela posé, si $\mu > \lambda'$, un raisonnement tout semblable à celui indiqué plus haut permettra de décomposer Σ en un produit de deux substitutions Σ' et Σ'', dont la première transforme F en G et contient moins de facteurs que Σ, la seconde transformant G en elle-même et formée d'un produit de facteurs en nombre limité et à coefficients limités.

» Le théorème est donc démontré. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'éther chlorhydrique du glycol;* par M. **Berthelot**.

« 1. L'éther glycolique, de même que les alcools et leurs éthers simples, est apte à se combiner directement aux acides et à les combiner, en formant des éthers composés. Cette aptitude est même plus prononcée dans l'éther glycolique que dans le glycol ou dans les éthers simples des alcools monoatomiques, et cela pour des raisons thermiques faciles à déduire de

ma dernière Communication. En effet, l'union de l'éther glycolique liquide avec un acide ou un autre corps dégage $+18^{Cal},9$ de plus que celle du glycol, pris également dans l'état liquide; elle devra donc s'effectuer mieux et plus vite, d'après les principes de la Thermochimie [1].

» L'avantage de l'éther glycolique sur les éthers dits simples, tels que l'éther éthylique ordinaire, tient à une autre cause : en effet, l'union de l'éther glycolique avec un acide représente une opération chimique unique et immédiate; tandis que, l'éther éthylique étant une molécule doublée, son union avec un acide doit être précédée ou plutôt accompagnée par un dédoublement des deux molécules alcooliques accouplées, opération qui absorbe à peu près autant de chaleur que la combinaison proprement dite en dégage, d'après mes mesures.

» On conçoit dès lors que l'éther glycolique puisse être rapproché à certains égards des bases proprement dites, comme M. Wurtz a proposé de le faire. Cette analogie est surtout frappante pour la réaction de l'éther glycolique sur l'acide chlorhydrique; toutefois, même dans ce cas, on retrouve le caractère progressif de la combinaison opérée en présence de l'eau, comme je le montrerai tout à l'heure, c'est-à-dire l'indice des différences qui séparent en général la formation des éthers de celle des sels. Le rapprochement ne s'étend guère plus loin d'ailleurs, du moins en présence de l'eau; les acides organiques, tels que l'acide acétique, ne s'unissant pas d'une manière notable avec l'éther glycolique en dissolution étendue, pas plus qu'avec l'alcool ou l'éther éthylique.

» J'ai soumis ces phénomènes à une étude thermique approfondie.

» 2. *Union du gaz chlorhydrique avec le gaz éther glycolique.* — Cette union s'opère, comme M. Wurtz l'a montré, immédiatement et à volumes égaux, en donnant lieu à un chlorhydrate liquide qui se condense. L'expérience rappelle la synthèse du chlorhydrate d'ammoniaque. J'ai fait l'expérience à 21°, en faisant arriver volumes égaux des deux gaz, représentant un litre, dans une chambre de verre munie d'un serpentin et plongée dans un calorimètre. L'écoulement des gaz étant bien réglé, tout se condense dans la chambre. Cette réaction

$C^4H^4O^2$ gaz $+$ HCl gaz $=$ $C^4H^5ClO^2$ liquide, a dégagé..... $+36^{Cal},0$

» Ce nombre a été contrôlé par une méthode indirecte citée plus loin, un peu moins précise, et qui a fourni $+36,1$.

---

(1) *Essai de Mécanique chimique,* t. II, p. 455 à 457.

» La chaleur de formation du monochlorhydrate glycolique peut être rapprochée de celle de l'éther éthylchlorhydrique au moyen de l'éthylène.

$$C^4H^4 + HCl + C^4H^5Cl \text{ liquide, dégage} \ldots\ldots \quad +38,4$$

» Mais cette dernière action n'est pas immédiate; la différence tient probablement à ce que l'éther glycolique, en sa qualité de corps oxygéné, forme d'abord, avec l'acide chlorhydrique, un premier chlorhydrate, analogue aux hydrates et aux alcoolates d'acide chlorhydrique, et qui sert d'intermédiaire à la transformation finale; tandis qu'avec l'éthylène, rien de semblable n'est possible.

» Quoi qu'il en soit, les chiffres précédents méritent d'être rapprochés de la chaleur de formation du chlorhydrate d'ammoniaque.

$$AzH^3 + HCl = AzH^4Cl \text{ solide, dégage} \ldots\ldots \quad +42,5$$

le chiffre 36,0 devant être accru d'ailleurs de la chaleur de solidification du glycol chlorhydrique.

3. On peut poursuivre ces comparaisons jusque dans l'état dissous. En effet, j'ai trouvé directement, comme il sera dit tout à l'heure,

$$C^4H^4O^2 \text{ très étendu} + HCl \text{ très étendu} = C^4H^5ClO^2 \text{ dissous, environ} \ldots \quad +12,4$$

Or, la formation du chlorhydrate d'ammoniaque dans les mêmes conditions dégage + 12,4.

» Les deux chaleurs de formation sont donc comparables dans l'état dissous, aussi bien que dans l'état anhydre.

» La réaction de l'acide chlorhydrique étendu sur l'éther glycolique dissous offre des circonstances spéciales et qui méritent d'être décrites. En effet, cette réaction s'opère non seulement entre les corps anhydres, comme il a été dit plus haut, mais même avec les corps dissous et étendus dans une grande quantité d'eau; contrairement à ce qui arrive pour l'acide chlorhydrique et l'alcool ordinaire, par exemple. Si l'on mélange les dissolutions des deux composants, chacun dissous dans 2^{lit} d'eau environ pour un équivalent du corps, on observe qu'il se produit un dégagement de chaleur assez faible dans les premières secondes, à tel point qu'on pourrait penser qu'il n'y a pas combinaison. Mais ce dégagement s'accroît peu à peu et se prolonge pendant une demi-heure environ, temps au bout duquel la marche du refroidissement du calorimètre devient identique avec celle de l'instrument rempli du même poids d'eau : ce qui indique une réaction accomplie. La quantité de chaleur dégagée dans ces conditions a été calculée

de la manière ordinaire, quoique les limites d'erreur soient plus grandes que dans une réaction instantanée. J'ai trouvé, dans les conditions ci-dessus, $+ 13,4$, pour la réaction opérée à équivalents égaux : quantité contrôlée par la réaction de la potasse, laquelle détruit immédiatement le composé dissous, en dégageant $+ 0^{\text{Cal}},3$. La somme $13,4 + 0,3 = 13,7$ représente bien la chaleur de combinaison de la potasse et de l'acide chlorhydrique.

» La chaleur dégagée par la formation même du chlorhydrate glycolique varie d'ailleurs avec la dilution; avec des liqueurs dix fois aussi étendues, j'ai trouvé seulement $+ 12,4$, chiffre cité plus haut. Ce chiffre peut être contrôlé en le rapprochant de la chaleur de formation du même composé dans l'éther anhydre et en tenant compte des chaleurs de dissolution dans l'eau des composants et du composé. On a ainsi

$$+ 36,0 - 17,4 - 7,6 + 1,3 = + 12,3.$$

» 4. La formation du glycol monochlorhydrique, même en présence de grandes quantités d'eau, rend compte de certaines réactions remarquables entre l'éther glycolique et les chlorures métalliques observées par M. Wurtz. En effet, pourvu qu'un chlorure métallique éprouve de la part de l'eau un commencement de décomposition, l'acide chlorhydrique résultant s'unira ensuite à l'éther glycolique, et il résultera de là divers équilibres, réglés à la fois par la chaleur de formation des chlorures et oxychlorures métalliques et par le degré de dissociation des hydrates et des oxychlorures en présence de l'eau. On pourra donc obtenir un déplacement plus ou moins partiel de l'oxyde métallique par l'éther glycolique, agissant à la façon d'une base véritable. A froid et avec des solutions étendues, ces déplacements n'ont pas lieu avec les bases alcalines proprement dites, celles-ci décomposant, au contraire, le glycol chlorhydrique, comme il a été dit. Avec le chlorure de magnésium même ($1^{\text{éq}} = 47^{\text{gr}},5$ dissous dans 2^{lit}), il n'y a point réaction à froid, quoique cette action ait lieu à chaud et avec des liqueurs concentrées, en raison de la formation des oxychlorures et de la dissociation du sel. Le chlorhydrate d'ammoniaque étendu n'est pas non plus décomposé à froid d'une manière appréciable par l'éther glycolique.

» 5. L'aptitude de l'éther glycolique à s'unir immédiatement avec l'acide chlorhydrique étendu s'étend sans doute aux autres hydracides, mais elle ne se retrouve plus avec les acides organiques. L'acide acétique étendu, par exemple, mis en présence d'une solution aqueuse d'éther glycolique, n'a donné lieu à aucun effet thermique notable, et l'essai alcalimétrique,

exécuté avec les ménagements nécessaires, a montré que, même au bout de vingt-quatre heures, la combinaison n'avait pas commencé à s'accomplir. Ceci montre que l'éther glycolique n'est pas assimilable aux bases proprement dites; car il ne se combine pas en général avec les acides, et sa réaction, même sur l'acide chlorhydrique, s'effectue seulement avec le concours du temps.

» 6. Examinons enfin la formation des éthers chlorhydriques du glycol, depuis le glycol lui-même, afin de la comparer à celle des éthers chlorhydriques des alcools monoatomiques. Un premier fait utile à noter, c'est que le glycol chlorhydrique ne se forme pas, du moins immédiatement, avec le glycol et l'acide chlorhydrique étendu. En effet, le mélange des deux dissolutions ($1^{éq}$ de chaque corps dissous dans 2^{lit}) ne donne lieu qu'à des effets thermiques insignifiants.

» La chaleur même de formation du glycol monochlorhydrique est facile à calculer depuis le glycol, d'après les chiffres que j'ai donnés.

» En effet, l'on a, depuis les éléments :

C^4 (diamant) $+ H^5 + Cl + O^2 = C^4H^5ClO^2$ liquide, dégage... $+ 81^{Cal},8$
» le composé dissous. $+ 83^{Cal},1$

On déduit de là

$C^4H^6O^4$ liq. $+$ HCl gaz $= C^4H^5ClO^2$ liq. $+ H^2O^2$ liq., dégage .. $+ 17^{Cal},1$

or

$C^4H^6O^2$ liq. $+$ HCl gaz $= C^4H^5Cl$ liq. $+ H^2O^2$ liq., dégage.... $+ 21^{Cal},0$

Avec l'alcool méthylique, on a $+ 11^{Cal},9$ pour la formation de l'éther méthylchlorhydrique gazeux; quantité qui deviendrait du même ordre que les deux précédentes si l'on y ajoutait la chaleur de liquéfaction de cet éther, pour tout rendre comparable.

» On voit donc que la chaleur de formation du glycol monochlorhydrique, depuis le glycol, est comparable à celle des éthers des alcools monoatomiques. Tous les corps dissous, elle deviendrait $-0,6$, c'est-à-dire comparable à celle des éthers des autres acides, rapprochement digne aussi d'intérêt.

» Il conviendrait d'étendre ces comparaisons jusqu'à l'éther dichlorhydrique du glycol (liqueur des Hollandais); malheureusement je n'ai pas réussi jusqu'ici à en mesurer la chaleur de formation. On sait que la synthèse de ce corps par le chlore et l'éthylène donne lieu à des produits multiples, engendrés en vertu d'une substitution chlorée plus avancée.

» 7. Le glycol monochlorhydrique peut être, à plus d'un titre, regardé comme un véritable alcool, modifié par substitution chlorée; ce qui lui communique, suivant la règle générale, une fonction éthérée juxtaposée avec sa fonction primitive. Donnons à ce point de vue la chaleur dégagée par la substitution supposée

$$C^4H^6O^2 \text{liq.} + Cl^2 = C^4H^5ClO^2 \text{liq.} + HCl \text{ gaz, dégage} \ldots\ldots + 33,3.$$

» Ce chiffre est précisément du même ordre de grandeur que la chaleur dégagée par la transformation du formène en éther méthylchlorhydrique + 32,0; mais il est plus faible que le chiffre analogue obtenu pour l'éther éthylchlorhydrique (+ 54,8).

» Donnons encore la formation bien connue du glycol chlorhydrique au moyen de l'acide hypochloreux étendu :

$$C^4H^4 + HClO^2 \text{ étendu} = C^4H^5ClO^2 \text{ étendu, dégage} \ldots\ldots + 66,9$$

» Celle du glycol avec l'eau oxygénée :

$$C^4H^4 + H^2O^4 = C^4H^6O^4 \text{ étendu, dégage} \ldots\ldots + 105,1$$

quantité un peu plus que double de la chaleur (— 40) absorbée par la réaction réciproque : $C^2H^4O^2 - HO^2 = C^2H^3$, qui transformerait l'alcool méthylique en méthyle. Mais cette dernière n'a pas lieu directement; tandis que la formation du glycol est effective. »

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Vaccination charbonneuse; compte rendu sommaire des expériences faites à Lambert, près Chartres, pour vérifier la méthode de M.* Pasteur; par M. **Bouley.**

« Les expériences faites à Melun le 5 mai dernier, et dont M. Pasteur a rendu compte à l'Académie dans sa séance du 13 juin, si convaincantes qu'elles soient, n'avaient pas suffi cependant pour forcer toutes les convictions. Beaucoup, parmi les agriculteurs, les médecins, les vétérinaires, s'étaient demandé si les résultats seraient les mêmes dans le cas où, au lieu de soumettre les moutons vaccinés à l'épreuve du virus charbonneux, préparé par les procédés de culture, on leur inoculerait le virus naturel, c'est-à-dire le sang charbonneux lui-même, extrait du cadavre d'un mouton mort du charbon. Les expériences de Chartres ont été faites en vue de donner satisfaction à tous ceux qui désiraient que la méthode de vaccination passât par ce contrôle.

» En l'absence de M. Pasteur, je demande à l'Académie la permission

de lui donner la relation de ces expériences de Chartres, qui sont, du reste, parfaitement concordantes, dans leurs résultats, avec celles de Melun.

» Une Commission d'études, composée de vétérinaires, de médecins et d'agriculteurs avait été nommée par M. le Préfet pour faire ces expériences.

» Elle y a procédé, le 16 de ce mois, sur deux lots de moutons : l'un de dix-neuf bêtes provenant du troupeau d'Alfort, que M. Pasteur avait vaccinées et envoyées à Chartres pour que la Commission les soumît à telles expériences qu'elle jugerait convenables; l'autre de seize moutons beaucerons, vierges de toute inoculation préventive; soit un total de trente-cinq moutons.

» La Commission avait décidé que l'inoculation serait faite à tous ces animaux indistinctement, avec un mélange de sang, puisé dans le cœur et dans divers vaisseaux, et de pulpe de la rate d'un mouton mort dans une ferme, quatre heures auparavant.

» L'inoculation fut pratiquée à doses qu'on peut appeler massives, car chaque mouton reçut une *demi-seringue de ce mélange*.

» Voici les résultats de cette expérience :

» Le lendemain 17 juillet, trois moutons beaucerons étaient morts;

» Le 18 au matin, sept nouveaux morts parmi les moutons beaucerons.

» L'autopsie de ces dix animaux fut faite le même jour à 3^h, et fit constater toutes les lésions du charbon, à l'œil nu et au microscope.

» Pendant qu'on procédait à cette opération, deux autres moutons mouraient encore. Enfin, le lendemain, mardi, trois nouveaux moutons beaucerons furent trouvés morts dans le parc, à 9^h du matin.

» En somme, soixante et onze heures après l'inoculation, sur les seize moutons beaucerons, quinze avaient succombé. Un seul survivait, et peut-être est-il mort aussi.

» Quant aux dix-neuf moutons vaccinés, l'inoculation, malgré les doses massives employées, les a laissés complètement indifférents. Sur aucun ne se sont manifestés même des symptômes d'un trouble léger de la santé.

» Ces expériences ont été faites devant une grande affluence de personnes, car elles présentaient un intérêt tout exceptionnel dans un pays où le charbon cause chaque année des pertes si considérables. Le Préfet et son Secrétaire général, le Conseil d'arrondissement de Chartres, un grand nombre de vétérinaires, de médecins et d'agriculteurs s'étaient rendus à Lambert et ont pu faire leurs convictions en présence des résultats.

» Rien de plus démonstratif que ces nouvelles expériences.

» Essentiellement, elles ne diffèrent pas cependant de celles de Melun, mais elles paraîtront plus frappantes, en raison du préjugé qui faisait at-

tribuer une virulence plus énergique au virus naturel qu'au virus de culture. C'est le contraire sans doute qui est le vrai, car le virus de culture est composé exclusivement de spores.

» Quoi qu'il en soit, ce préjugé aujourd'hui n'a plus de base, car la démonstration est faite que les moutons vaccinés sont invulnérables à toutes les inoculations, à quelque matière virulente qu'on ait recours. Aussi tous les doutes ont-ils disparu, toutes les convictions sont-elles faites, et tous les agriculteurs de la Beauce n'ont-ils plus qu'une aspiration : celle de voir leurs moutons protégés par la vaccination contre les atteintes du fléau qui les décime annuellement. Les expériences pratiques vont pouvoir maintenant être faites en grand dans ce pays, et avec toute confiance de la part de ceux qui seront appelés à en bénéficier. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur les covariants irréductibles du quantic binaire du huitième ordre;* par M. SYLVESTER.

« M. von Gall a récemment calculé les dérivées invariantives irréductibles qui appartiennent à la forme binaire du huitième ordre (voir *Mathem. Annalen*, 1880, 1881), et s'est mis en parfait accord avec les résultats que j'avais déjà obtenus, sinon qu'il a trouvé un covariant du *degré-ordre* 10.4 qu'il affirme ne pas avoir réussi à décomposer. Je vais donc démontrer que nul covariant irréductible de ce degré-ordre ne peut exister.

» Selon M. von Gall et moi-même, on a un seul invariant irréductible de chacun des degrés 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; il y a aussi un seul invariant des degrés 9, 10 respectivement, dont je n'aurai pas besoin de parler. On a aussi un seul covariant irréductible du degré-ordre 2.4 et du degré-ordre 3.4 et deux des degrés-ordres 4.4, 5.4, 6.4, 7.4, 8.4 respectivement. Il y a aussi un covariant du degré-ordre 5.2, mais nul covariant quadratique d'un degré inférieur à 5 et, comme on le sait bien *a priori*, nul covariant de l'ordre impair 1 ou 3.

» En combinant ensemble ces covariants et invariants, on peut obtenir trente-deux covariants composés chacun du degré-ordre 10.4, car

2 peut être formé avec	.....	2,
3 »	.....	3,
4 »	.....	4 et 2,2,
5 »	.....	5 et 3,2,
6 »	.....	6; 4,2; 3,3; 2,2,2,
7 »	.....	7; 5,2; 4,3; 3,2,2,
8 »	.....	8; 6,2; 5,3; 4,4; 4,2,2; 3,3,2; 2,2,2,2.

» Donc les covariants irréductibles des ordres 8, 7, 6, 5, 4 donnent naissance à $2(1 + 1 + 2 + 2 + 4)$, c'est-à-dire vingt covariants du degré-ordre 10.4, et les covariants irréductibles des ordres 2 et 3 à $4 + 7$, c'est-à-dire dix covariants de ce même degré-ordre, et il y en a aussi un de plus qui s'obtient en prenant le carré du covariant irréductible du degré-ordre 5.2. Le nombre total est donc $20 + 11 + 1 = 32$.

» Je me propose d'établir catégoriquement que ces formes sont linéairement indépendantes entre elles. En suivant la notation de M. von Gall, on aura

	Degré-ordre.
f	1.8
$i = (f, f)_4$	2.8
$k = (f, f)_6$	2.4
$\Delta = (k, k)_2$	4.4
$A = (f, f)_8$	2.0
$B = (f, i)_8$	3.0
$C = (k, k)_4$	4.0
$f_4 = (f, k)_4$	3.4
$i_4 = (i, k)_4$	4.4
$f_{k,2} = (f_k, k)_2$	5.4
$f_{k,3} = (f_4, k)_3$	5.2
$f_{k,k} = (f, k^2)_8$	5.0
$f_\Delta = (f, \Delta)_4$	5.4
$i_{k,2} = (i_4, k)_2$	6.4
$i_{k,k} = (i_4, k)_4$	6.0
$i_\Delta = (i, \Delta)_4$	6.4
$f_{k,\Delta} = (f_4, \Delta)_4$	7.0
$i_{k,\Delta} = (i_4, \Delta)_4$	8.0

» Dans cette table, f représente la forme primitive $^{*}(x, y)^8$ et, en général, $(\varphi, \psi)_\mu$ signifie l'invariant linéo-linéaire par rapport à u, v des deux formes

$$\left(u\frac{d}{dx} + v\frac{d}{dy}\right)^\mu \varphi, \quad \left(u\frac{d}{dx} + v\frac{d}{dy}\right)^\mu \psi.$$

» Je ne donne pas la genèse du covariant du degré-ordre 7.4 ni de celui du degré-ordre 8.4, car, par la méthode dont je vais me servir, on n'aura pas occasion d'introduire explicitement ces deux formes dans le calcul.

» Je commence en attribuant à f la forme spéciale

$$(0, r, s, 0, 0, 0, 0, 0, 1 \between x, y)^8,$$

c'est-à-dire

$$8rx^7y + 28sx^6y^2 + y^8.$$

Cette supposition réduira à zéro, comme on va le voir, les trois invariants des degrés 2, 3, 4 respectivement.

» En suivant les indications de la table donnée et en négligeant des multiplicateurs numériques, on trouvera facilement

$$\begin{aligned}
A &= (f,f)_8 = 0,\\
i &= (f,f)_4 = 3r^2x^8 + 4qx^3y^5 + br^2x^2y^6,\\
B &= (i,f)_8 = 0,\\
k &= (f,f)_6 = 2qxy^3 + ry^4,\\
i_4 &= (i,k)_4 = 84r^3x^4 - q^2y^4,\\
C &= (k,k)_4 = 0,\\
\Delta &= (k,k)_2 = q^2y^4,\\
i_{k,k} &= (i_4,k)_4 = r^4,\\
f_{k,k} &= (f,k^2)_8 = q^2r,\\
i_{k,\Delta} &= (i_4,\Delta)_4 = q^2r^3,\\
f_4 &= (f,k)_4 = q^2x^4 - 4qrx^3y,\\
f_{k,2} &= (f_4,k)_2 = 2q^3x^3y - q^2rx^2y^2 - 4qr^2xy^3,\\
f_{k,\Delta} &= (f_4,\Delta)_4 = q^4,\\
f_\Delta &= (f,\Delta)_4 = 2q^3x^3y + 3q^2rx^2y^2,\\
f_{k,3} &= (f_4,k)_3 = q^4xy + q^3ry^2.
\end{aligned}$$

» Or, soit Ω la fonction (si une telle existe) du degré-ordre 10.4, composée avec les produits des invariants et covariants irréductibles de $^*(x,y)^8$, qui est identiquement égale à zéro.

» Les seuls termes dans Ω qui continueront à subsister pour la forme spéciale attribuée à f seront (en addition au carré du covariant du degré-ordre 5.2) des multiples numériques des produits des invariants irréductibles des degrés 5, 6, 7, 8 multipliés respectivement par chacun des deux covariants du degré 5, par chacun des deux covariants du degré 4, par le covariant du degré 3 et par le covariant du degré 2.

» On obtiendra ainsi les sept expressions suivantes :

$$\begin{array}{ll}
(1) & q^8x^2y^2 + 2q^7rxy^3 + q^6r^2y^4,\\
(2) & 2q^5rx^3y - q^4r^2x^2y^2 - 4q^3r^3xy^3,\\
(3) & 2q^5rx^3y + 3q^4r^2x^2y^2,\\
(4) & 84r^7x^4 - q^2r^4y^4,\\
(5) & q^2r^4y^4,\\
(6) & q^6x^4 - 4q^5rx^3y,\\
(7) & 2q^3r^3xy^3 + q^2r^4y^4.
\end{array}$$

» Supposons que les multiplicateurs numériques, dans Ω, de ces fonctions

soient μ_1, μ_2, μ_3, μ_4, μ_5, μ_6, μ_7 respectivement. Alors, en se souvenant que Ω est identiquement zéro, on voit immédiatement que $\mu_1 = 0$, et à cause du terme seul $r^7 x^4$ dans (4), que $\mu_4 = 0$, et, à cause du terme seul $q^6 x^4$ dans (6), que $\mu_6 = 0$, et conséquemment, à cause des termes $q^5 r x^3 y$ et $q^4 r^2 x^2 y^2$ dans (2) et (3), que $\mu_2 = 0$, $\mu_3 = 0$. Il ne reste donc que μ_5 et μ_7 à considérer, lesquels évidemment, à cause du terme $q^3 r^3 x y^3$ dans (7), seront tous les deux zéro.

» Ainsi on voit que l'expression Ω ne peut contenir que des multiples des invariants irréductibles A, B et C.

» Pour démontrer que Ω ne contient pas de termes qui ne contiennent ni A ni B, considérons la forme spéciale nouvelle

$$f = x^8 + 8\lambda x^7 y + 8\mu x y^7 + y^8,$$

où je suppose que $\lambda\mu$ est égal à $\frac{1}{8}$.

» Alors

$$\begin{aligned}
\mathrm{A} &= (f,f)_8 = 1 - 8\lambda\mu = 0,\\
i &= (f,f)_4 = 4\mu x^5 y^3 + x^4 y^4 + 4\lambda x^3 y^5,\\
\mathrm{B} &= (i,f)_8 = 0,\\
\mathrm{K} &= (f,f)_6 = 16\mu x^3 y + 6x^2 y^2 + 16\lambda x y^3,\\
\mathrm{C} &= (k,k)_4 = -64\mu\lambda + 3 = -5,\\
\Delta &= (k,k)_2 = 96\mu^2 x^4 + 48\mu x^3 y - 6x^2 y^2 + 48\lambda x y^3 + 96\lambda^2 y^4,\\
i_4 &= (i,k)_4 = 20\mu^2 x^4 - 4\mu x^3 y + 24 x^2 y^2 - 4\lambda x y^3 + 20\lambda^2 y^4,\\
i_\Delta &= (i,\Delta)_4 = (48\mu^2 - 30\mu)x^4 + \ldots + (48\lambda^2 - 30\lambda)y^4,\\
i_{k,2} &= (i_4,k)^2 = 28\mu^2 x^4 + \ldots + 28\lambda^2 y^4,
\end{aligned}$$

et les seuls termes qui peuvent subsister dans Ω (vu qu'on a démontré que $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_7$ sont égaux chacun à zéro) seront des multiples numériques de $\mathrm{C}^2 k$, $\mathrm{C} i_{k,2}$, $\mathrm{C} i_\Delta$.

» Mais le terme μx^4 paraît seulement dans i_Δ, et $\mu^2 x^4$ ne paraît pas dans k; conséquemment les trois termes doivent disparaître spontanément.

» Il s'ensuit que Ω peut être mis sous la forme AV + BU, où U et V sont des covariants du degré 7 et 8 respectivement, et, puisque AV + BU est identiquement zéro, il faut que $\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{B}} + \frac{\mathrm{U}}{\mathrm{A}} = 0$, où $\frac{\mathrm{V}}{\mathrm{B}}$ et $\frac{\mathrm{U}}{\mathrm{A}}$ sont tous les deux covariants entiers, c'est-à-dire qu'on aura une équation de l'ordre 5 entre les covariants irréductibles, ce qui impliquerait un rapport numériquement linéaire entre les valeurs générales de $\mathrm{A} f_4$ et $\mathrm{B} k$, ce qui est évidemment absurde. Donc l'expression supposée Ω ne peut pas exister, et les

trente-deux covariants composés du degré-ordre 10.4, dont j'ai parlé, seront linéairement indépendants entre eux, pourvu, du moins, que nul rapport linéaire ne lie ensemble les invariants dont nul n'est d'un degré aussi élevé que 8; évidemment, le seul rapport possible de cette nature serait de la forme $C^2 =$ une fonction de A et B, mais on a vu que A et B peuvent disparaître sans que C disparaisse. Donc un tel rapport ne peut pas avoir lieu, et les trente-deux covariants dont il est question sont linéairement indépendants.

» Or, par le théorème célèbre de M. Cayley (dont l'exactitude a été établie catégoriquement dans le *Journal de Borchardt* et dans le *Philosophical Magazine*), on sait que le nombre total des covariants du degré-ordre 10.4 linéairement indépendants les uns des autres, appartenant au quantic de l'ordre 8, est représenté par $\left(\frac{ij-\varepsilon}{2}; i, j\right) - \left(\frac{ij-\varepsilon}{2} - 1; i, j\right)$, où $i = 8$, $j = 10$, $\varepsilon = 4$, et où, en général, $(w : i, j)$ signifie le nombre de représentation de w comme somme de j ou moins de j, chiffres dont nul n'excède 8 en grandeur, c'est-à-dire, selon un théorème bien connu d'Euler, sera le coefficient de $t^{\frac{8.10-4}{2}}$, c'est-à-dire de t^{38}, dans le développement en série de puissances ascendantes de t de la fraction

$$\frac{(1-t^{11})(1-t^{12})(1-t^{13})(1-t^{14})(1-t^{15})(1-t^{16})(1-t^{17})(1-t^{18})}{(1-t^2)(1-t^3)(1-t^4)(1-t^5)(1-t^6)(1-t^7)(1-t^8)},$$

ce qu'on trouvera égal à 32. Conséquemment, un covariant quelconque du degré-ordre 10.4 sera une fonction linéaire des trente-deux composés dont j'ai parlé, et ne peut pas être irréductible, ce qu'il fallait démontrer. »

M. J. Steenstrup fait hommage à l'Académie d'un Mémoire « Sur le *Sepiadarium Kochii* et l'*Idiosepius pygmæus* ».

MÉMOIRES LUS.

M. Bonnafont donne lecture d'une Note portant pour titre : « Réflexions sur le rôle des racines dans les propriétés assainissantes de l'Eucalyptus ».

(Commissaires : MM. Duchartre, Vulpian, Cosson.)

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le numéro de septembre 1880 du *Bullettino* du prince *Boncompagni*.

Ce numéro contient une « Notice sur Nicolas Chuquet et son Triparty en la science des nombres, par M. *Ar. Marre* ». A la suite, ce même numéro commence l'impression de l'Ouvrage même de Nicolas Chuquet, écrit en 1484 à Lyon : les cahiers d'octobre, novembre et décembre 1880 contiendront la suite de cette intéressante publication.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale également une Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Toulouse, par M. *J. Brunhes*, et intitulée « Recherches expérimentales sur le passage des liquides à travers les substances perméables et les couches filtrantes ».

ASTRONOMIE. — *Éléments paraboliques de la comète b 1881 (grande comète).* Note de M. G. BIGOURDAN, présentée par M. Mouchez.

$$\begin{aligned} T &= 1881 \text{ juin } 16{,}45719 \text{ t. m. de Paris} \\ \varpi &= 265^\circ 13' 55'',5 \\ \Omega &= 270^\circ 58' 10'',6 \\ i &= 63^\circ 28' 44'',6 \\ \log q &= \bar{1},865\,738 \end{aligned} \quad \left.\begin{matrix} \\ \\ \\ \end{matrix}\right\} \text{équin. moy. } 1881{,}0$$

Représentation de l'observation moyenne.

En longitude .... $(O - C)\cos\beta = +13'',4$

En latitude.............. $O - C = -\ 2'',8$

» Les positions qui ont servi à calculer ces éléments sont les suivantes, rapportées à l'équinoxe moyen de 1881,0 et corrigées de l'aberration :

Temps moyen de Paris.	Ascension droite géocentrique.	Déclinaison géocentrique.
	h m s	° ′ ″
1881 Juin. 1,96929.......	5. 4. 4,97	−27.54. 4,1
24,46929.......	5.38.32,52	+49.20.57,5
Juill. 13,43911.......	9.17.27,90	+81.48.49,6

» La première position est un lieu normal résultant des observations de Rio-de-Janeiro de mai 30, 31, juin 1 (l'ascension droite seule), 4 et 5. La seconde est encore un lieu normal déduit des observations méridiennes faites à Kiew, les 23, 24 et 25 juin et de celle du 24 juin de Varsovie. Enfin la dernière position résulte d'une seule observation équatoriale de Paris, mais dont l'étoile de comparaison (Piazzi, IX, 37) est bien déterminée. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète c 1881 (découverte par M. Schaeberle à Ann-Arbor), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)* par M. G. BIGOURDAN. Présentées par M. Mouchez.

Dates. 1881.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ✱ — ☆	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ✱ — ☆	Déclinaison. Log. fact. par.
			m s		′ ″	
Juill. 21.	*a*	9	— 2.50,98	— $\bar{1}$,678	— 0.52,1	+ 0,820
22.	*b*	9	+ 2.12,64	— $\bar{1}$,701	— 0.35,0	+ 0,793
23.	*c*	8	+ 0. 1,90	— $\bar{1}$,687	— 0. 0,9	+ 0,814

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1881,0.	Réduct. au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juill. 21.	*a* 1973 Weisse II, H. V.	6. 1.24,79	+2,28	+41.22. 2,4	— 5,6	Weisse II.
22.	*b* 1857 »	5.58.35,32	+2,33	+41.46.25,7	— 5,6	»
23.	*c* 1502 Arg.-Z. +42°..	6. 3. 4,47	+2,34	+42.10.26,6	— 5,9	(1)

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Juillet 21...	14.25. 6	5.58.36,09	+41.21. 4,7	15 : 20
22...	14.44.24	6. 0.50,29	+41.45.45,1	9 : 12
23...	14.20.34	6. 3. 8,71	+42.10.19,8	27 : 20

(1) La position de l'étoile *c* résulte de sa comparaison avec les étoiles 1501 et 1503 Arg.-Zone + 42°, dont les positions ont été tirées du tome VI des *Ann. de Bonn*.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Schaeberle (c 1881), faite à l'équatorial ouest du jardin, à l'Observatoire de Paris,* par MM. **Paul** et **Prosper Henry**. Présentée par M. Mouchez.

Date. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Log. par. × Δ.	Distance polaire.	Log. par. × Δ.
Juillet 19...	$14^h 32^m 58^s$	$5^h 54^m 34^s,48$	$-(\bar{1},680)$	49°25′8″,0	−(0,816)

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1881,0.

Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
Bonn 1488 Z. + 40°...	$5^h 57^m 33^s,13$	$+2^s,23$	49°18′34″,4	+5″,2

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Considérations sur les forces de la nature. Inadmissibilité de l'hypothèse proposée par M. Faye pour l'explication des queues des comètes.* Note de M. **A. Picart**.

« 1. En étendant à l'éther, matière fluide dont les atomes sont supposés *élastiques*, l'hypothèse dynamique que Jean Bernoulli imagina pour les gaz, on reconnaît, comme je l'ai démontré dans une première Note, déjà ancienne, que la *gravitation* de la matière *pondérable*, proportionnelle aux masses infiniment petites et à l'inverse du carré de leur distance, est une conséquence mécanique nécessaire des chocs des atomes entre eux et des chocs de ces atomes contre les molécules de la matière pondérable.

» En admettant que le fluide électrique n'est autre chose que de l'éther plus ou moins condensé, qui entoure les molécules des corps, on démontre, pour ces mêmes chocs des atomes : 1° l'attraction ou la répulsion des masses électriques fixes, infiniment petites, de signe contraire ou de même signe, proportionnelle à ces masses et à l'inverse du carré de leur distance, c'est-à-dire représentée par la formule de Coulomb $-\frac{mm'}{r^2}$; 2° l'attraction ou la répulsion des masses électriques en mouvement dans les corps conducteurs, représentée par la formule de Weber

$$-mm'\left(\frac{1}{r^2}+\frac{K}{\sqrt{r}}\frac{d^2\sqrt{r}}{dt^2}\right)$$

(conséquence de la formule d'Ampère), au moyen de laquelle on explique non seulement l'action des courants électriques les uns sur les autres, mais aussi l'action des courants sur les aimants, et l'action des aimants les

uns sur les autres, en regardant l'état magnétique des corps comme produit par le mouvement circulatoire, parallèle à un même plan d'orientation, du fluide éthéré neutre qui entoure, ainsi qu'une atmosphère, leurs molécules, mouvement équivalent à celui de deux masses électriques égales et de signe contraire, tournant en sens contraire, avec la même vitesse.

» Toutes ces forces attractives ou répulsives, s'exerçant à distance, ne sont, en réalité, que des effets du choc des atomes d'éther entre eux, et contre les molécules de la matière pondérable.

» Ce sont les chocs des atomes d'éther entre eux, ou des molécules matérielles entre elles, qui produisent, par la raison donnée dans une dernière Note, la force répulsive, fonction de la distance, décroissant quand la distance croît, s'exerçant entre les atomes de l'éther, ou entre les molécules des corps pondérables, solides, liquides et gazeux. Dans l'éther libre, cette force répulsive varie, d'après la théorie mathématique de la lumière, en raison inverse de la sixième puissance de la distance. Dans les gaz, elle varie en raison inverse de la distance. Dans les liquides et les solides, elle varie suivant une loi dont la formule mathématique n'est pas connue, mais qui consiste essentiellement en ce que la fonction qui l'exprime diminue très rapidement, quand la distance augmente, et devient insensible pour un rayon d'activité très petit. C'est par elle que s'expliquent les phénomènes d'élasticité, de capillarité, la propagation des mouvements vibratoires, sources de la lumière et de la chaleur rayonnante dans l'éther, et du son dans les corps pondérables.

» Dans ces derniers corps, la répulsion moléculaire est contre-balancée en partie par la gravitation. Je dis ici *répulsion* moléculaire, contrairement à l'idée communément admise, d'*attraction* moléculaire. C'est qu'en effet l'état d'équilibre des corps pondérables, n'étant qu'une résultante du choc des atomes d'éther entre eux et contre leurs molécules, et du choc de ces molécules entre elles, s'il en résultait une *attraction* moléculaire, au lieu d'une *répulsion*, lorsque par une cause intérieure ou extérieure quelconque la distance entre les molécules voisines serait augmentée ou diminuée, ces molécules, au lieu de tendre à reprendre leurs positions relatives primitives, tendraient à s'en éloigner, après que cette cause aurait cessé d'agir; ce qui est le contraire de la réalité.

» Ces forces répulsives donnent lieu à des pressions *idéales* sur des éléments de surface, considérés soit à l'intérieur des corps, soit à leur limite, pressions proportionnelles à l'étendue infiniment petite de ces éléments, sans qu'on puisse regarder ces pressions comme des forces *effectives*, qui

agiraient sur la surface des corps et qui dépendraient de la surface, et non de la *masse* de ces corps. Il n'y a point, dans la nature, d'actions *effectives* de surface, mais seulement des actions, par voie intermittente et successive, de *contact et de pression* des atomes de l'éther et des molécules des corps.

» 2. Cela posé, il n'est pas possible d'admettre l'hypothèse proposée par M. Faye, pour l'explication des queues des comètes.

» 1° Quelle que soit le nature de la force répulsive, qu'il suppose exercée par le Soleil sur la masse *pondérable* des queues des comètes, qu'elle provienne de l'état « électrique » ou de l'état « magnétipolaire » ou de l'état « calorifique » de cet astre, elle ne peut, en s'exerçant à travers et par l'éther, qu'être proportionnelle aux masses, et non aux « surfaces », car la pression *idéale* sur les surfaces ne provient que de l'action *effective* sur les masses.

» 2° *Aucune* matière interposée ne peut « affaiblir » ni « arrêter » son action, parce que le milieu éthéré *pénètre tous* les corps.

» 3° Cette action ne se propage pas « successivement », comme la chaleur et la lumière, mais « instantanément », puisqu'elle est due, non à un mouvement ondulatoire, mais à des chocs d'atomes éthérés et de molécules pondérables, comme la gravitation ; et, par suite, elle s'exerce, sur un *point en mouvement*, dans la *même* direction que l'attraction exercée par la masse pondérable du Soleil.

» Les conditions auxquelles M. Faye soumet la force répulsive du Soleil étant ainsi contraires à la *réalité objective*, son hypothèse pèche par la base, et, par suite, les conséquences mécaniques et mathématiques qu'il en a déduites ne peuvent être acceptées. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Remarques sur le calcul des perturbations relatives, d'après la méthode de M. Gyldén.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Mouchez.

« Depuis que le nombre des petites planètes s'est beaucoup accru, les astronomes ont dû rechercher la voie la plus avantageuse pour assujettir au calcul les astres nouveaux. On sait d'ailleurs le parti important qu'on tire d'un nombre considérable d'astéroïdes : chaque année, par leur moyen, la parallaxe solaire peut être obtenue avec une précision très satisfaisante ; la masse de Jupiter est aussi intimement liée à l'étude de leurs perturbations. Il semble que l'avenir, en offrant de nouveaux rapprochements, fera

encore mieux comprendre l'intérêt que peut offrir cette multitude de points mobiles, si favorables aux mesures de précision.

» Dans de précédentes Notes, on a montré comment les perturbations étaient représentées par des séries très convergentes dépendant d'un seul argument, l'anomalie excentrique, entre des limites écartées de π, de $-\frac{\pi}{2}$ à $+\frac{\pi}{2}$, $+\frac{\pi}{2}$ à $\frac{3\pi}{2}$, ... On peut dire, pour la justification de la méthode de M. Gyldén, que les vérifications sont nombreuses et que les calculs conservent dans la suite une signification utile, soit que l'on fasse usage de la méthode de Hansen, déjà appliquée par plusieurs astronomes, ou que l'on fasse intervenir de nouvelles variables plus appropriées au problème (¹).

» En faisant une nouvelle application de la méthode à la planète (103) Héra, qui se présente cette année dans des conditions favorables pour l'observation, j'ai été amené à quelques remarques sur la représentation des fonctions par des séries trigonométriques entre des limites distantes de π ou d'une fraction de π.

» En premier lieu, il convient de pouvoir changer l'origine de la représentation de M. Gyldén, c'est-à-dire entre les limites $-\frac{\pi}{2}$ à $+\frac{\pi}{2}$, $+\frac{\pi}{2}$ à $\frac{3\pi}{2}$, ... On y parvient aisément en écrivant l'expression de l'anomalie moyenne de la planète troublée, savoir

$$g' = n't + c',$$

comme il suit :

$$g' = c' - \mu c + \mu m\pi - \mu h + \mu(\varepsilon + h - m\pi) - \mu e \sin\varepsilon,$$

en tenant compte de l'équation de Kepler,

$$\varepsilon - e\sin\varepsilon = nt + c = g.$$

» Dans l'expression ci-dessus de g', m est un entier quelconque et h un arc arbitraire; les formules de M. Gyldén permettent, comme on sait, de représenter l'arc $\varepsilon + h - m\pi$ par une série trigonométrique dépendant de $\varepsilon + h$ ou de ε.

» Toute complication sera écartée si l'on prend h égal à une ou plusieurs parties de la circonférence divisée en parties égales pour la quadra-

---

(¹) Dans une prochaine Communication, je donnerai un aperçu des recherches concernant l'introduction, comme nouvelle variable, d'une amplitude elliptique. Cette notion nouvelle et importante, due à M. Gyldén, sera éclaircie par un exemple.

ture mécanique. Par exemple, dans l'application mentionnée, la circonférence étant divisée en douze parties, m égal à zéro, on a pris $h = 30^\circ$, et les formules valent entre -120° et $+60^\circ$.

(103) *Héra.* — *Epoque* 1880, *avril* 22,5, *temps moyen de Berlin;* $\varepsilon = -111^\circ 54' 19'',4$.

Perturbations par Jupiter et Saturne.

$$-120^\circ < \varepsilon < +60^\circ.$$

$n\delta z$.		2ν.		$-\frac{u}{\cos i}$.	
$+156'',52$		$+33'',13$		$-3'',85$	
$-38,21\varepsilon$		$+27,80\varepsilon$		$-0,34\varepsilon$	
$+24'',00\,\varepsilon\sin\varepsilon$	$-112'',41\,\varepsilon\cos\varepsilon$	$-112'',41\,\varepsilon\sin\varepsilon$	$-22'',32\,\varepsilon\cos\varepsilon$	$+0'',58\,\varepsilon\sin\varepsilon$	$+4'',29\,\varepsilon\cos\varepsilon$
$-0,44\,\varepsilon\sin 2\varepsilon$	$+2,21\,\varepsilon\cos 2\varepsilon$				
$-11,08\,\varepsilon^2$					
$-118'',95\cos\varepsilon$	$+220'',61\sin\varepsilon$	$-143'',43\cos\varepsilon$	$-217'',52\sin\varepsilon$	$+7'',72\cos\varepsilon$	$-1'',04\sin\varepsilon$
$+14,80\cos 2\varepsilon$	$-25,03\sin 2\varepsilon$	$+33,22\cos 2\varepsilon$	$+15,06\sin 2\varepsilon$	$-1,71\cos 2\varepsilon$	$-0,45\sin 2\varepsilon$
$+3,82\cos 3\varepsilon$	$+3,98\sin 3\varepsilon$	$-5,97\cos 3\varepsilon$	$+7,11\sin 3\varepsilon$	$+0,23\cos 3\varepsilon$	$-0,37\sin 3\varepsilon$
$-1,62\cos 4\varepsilon$	$+0,71\sin 4\varepsilon$	$-1,07\cos 4\varepsilon$	$-2,74\sin 4\varepsilon$	$+0,08\cos 4\varepsilon$	$+0,13\sin 4\varepsilon$
$-0,05\cos 5\varepsilon$	$-0,70\sin 5\varepsilon$	$+0,95\cos 5\varepsilon$	$+0,17\sin 5\varepsilon$	$-0,05\cos 5\varepsilon$	$-0,01\sin 5\varepsilon$
$+0,18\cos 6\varepsilon$	$+0,04\sin 6\varepsilon$	$-0,13\cos 6\varepsilon$	$+0,12\sin 6\varepsilon$	$+0,01\cos 6\varepsilon$	

» Les séries présentent une convergence rapide, de sorte que le nombre de valeurs particulières employées paraît très suffisant. Toutefois, il convient de remarquer que les arbitraires dépendant des intégrations peuvent être affectées de quelque incertitude, et l'éphéméride construite d'après les expressions ci-dessus pourra offrir un petit écart avec les observations.

» Douze valeurs particulières, ou, en d'autres termes, une valeur pour un intervalle de soixante-dix à quatre-vingts jours, ne seraient donc pas convenables pour corriger les éléments d'une planète. Mais, si ce n'est pas le cas, l'éphéméride conserve toute son utilité.

» J'ajouterai maintenant quelques mots sur la représentation de l'arc entre d'autres limites, par exemple 45°, 60°, 90°, ... On conçoit très bien que l'accroissement de la couvergence des séries de représentation soit en rapport avec la diminution de l'intervalle.

» Considérons d'abord, pour fixer les idées, la représentation de l'arc entre $-\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{\pi}{2}$, dans le cas de seize valeurs particulières. Suivant le procédé habituel, on calcule les valeurs particulières en substituant à la place de ε, sous les signes sinus et cosinus, les seize valeurs équidistantes de ε, 0°, $22^\circ,5$, ... et à la place de l'arc ε on met les seize valeurs particulières

d'un développement trigonométrique représentant ε entre les limites indiquées. Or rien n'empêche, pour le but proposé, de substituer ces mêmes valeurs du développement dans les sinus et cosinus; à la place d'un système de valeurs de ε réparties sur *toute* la circonférence, on aura un nouveau système de valeurs occupant une portion plus restreinte de la circonférence.

» Cela étant, dans un des développements, en nombre infini, qui représentent un arc θ entre les limites $-\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{\pi}{2}$, je mets $m\theta$ à la place de θ, m entier : on aura ainsi une représentation de θ par une série trigonométrique entre les limites $-\frac{\pi}{2m}$ et $+\frac{\pi}{2m}$ écartées de $\frac{\pi}{m}$. Le champ de variation des valeurs particulières est devenu m fois plus petit.

» On voit ainsi s'offrir des moyens très variés pour le développement des fonctions; ils paraissent devoir jouer un rôle utile dans les applications. »

PHYSIQUE. — *Les cristaux hémièdres à faces inclinées, comme sources constantes d'électricité.* Note de MM. **Jacques** et **Pierre Curie**, présentée par M. Desains [1].

« I. Une lame convenablement taillée dans un cristal hémièdre à faces inclinées et placée entre deux feuilles d'étain constitue un condensateur qui est susceptible de se charger lui-même quand on le comprime. On peut réaliser avec ce système un instrument nouveau, une sorte de condensateur-source qui jouit de propriétés spéciales. Nous allons indiquer ces propriétés, qui résultent des lois que nous avons établies précédemment pour le dégagement de l'électricité dans les cristaux hémièdres; nous montrerons comment cet instrument peut servir, comme étalon d'électricité statique, à la mesure des charges et à celle des capacités.

» Nous donnerons aussi dans cette Note une mesure absolue des quantités d'électricité dégagées par la tourmaline et par le quartz pour une pression déterminée.

» II. Il est nécessaire de rappeler trois des propriétés fondamentales que possède un cristal agissant comme condensateur-source : 1° les deux faces se chargent de quantités d'électricité rigoureusement égales et de signes

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. XCI, p. 294 et 384; t. XCII, p. 186 et 350.

contraires; 2° lorsqu'une des faces est en communication avec la terre, l'autre fournit une quantité déterminée d'électricité pour une pression déterminée; 3° il y a proportionnalité entre la quantité d'électricité dégagée et la pression exercée ([1]).

» Il résulte de ces propositions que, tandis qu'une pile permet de porter un conducteur à un potentiel déterminé, un condensateur-source permet de fournir à un conducteur une quantité déterminée d'électricité; de plus cette quantité peut être choisie d'avance au-dessous d'une certaine grandeur.

» III. La quantité d'électricité dégagée par un poids de 1^{kg} placé sur une tourmaline est susceptible de porter une sphère de $14^{cm},2$ au potentiel d'un daniell, c'est-à-dire qu'elle est égale à 0,0531 unités C.G.S électrostatiques.

La quantité d'électricité dégagée par 1^{kg} sur une lame de quartz perpendiculaire à un axe horizontal est capable de porter une sphère de $16^{cm},6$ au potentiel d'un daniell, c'est-à-dire qu'elle est égale à 0,062 unité C.G.S électrostatiques.

» Ces nombres mesurent ce qu'on peut appeler les pouvoirs électriques de pression de la tourmaline et du quartz.

» IV. Les mesures absolues, dont nous venons de donner les résultats, ont été faites à l'aide d'une potence qui appliquait la pression directement sur le cristal; mais, quand on veut employer le cristal comme source d'électricité, il est plus commode d'exercer la pression à l'aide d'un levier, et il est indispensable de le maintenir en même temps dans une enceinte sèche. Il vaut mieux alors ne pas s'occuper des bras de levier et déterminer directement, une fois pour toutes, la quantité d'électricité qui se dégage pour un poids de 1^{kg} placé à l'extrémité du levier; si le cristal n'est jamais dérangé, il pourra servir d'étalon.

» Voici, dans tous les cas, comment on peut évaluer la quantité d'électricité qui se dégage : l'aiguille d'un électromètre Thomson-Mascart étant chargée à l'aide d'une pile, on unit une des lames d'étain du cristal à la terre, l'autre lame à l'un des couples de secteurs de l'électromètre et en même temps à un conducteur de capacité connue (sphère, condensateur à lame d'air, microfarad). Cet ensemble de conducteurs étant isolé, on met l'autre couple de secteurs de l'électromètre en communication avec l'un

---

([1]) Pratiquement, la limite au delà de laquelle cette loi doit ne plus se vérifier n'est jamais atteinte et la proportionnalité se maintient au degré d'approximation des expériences, jusqu'à des pressions voisines de celles qui déterminent la rupture du cristal.

des pôles d'un élément Daniell (l'autre pôle étant à la terre). L'aiguille de l'électromètre dévie, et l'on ajoute des poids agissant sur le cristal jusqu'à ce que l'on ait ramené l'aiguille au zéro (cette opération se fait comme une pesée ordinaire, en plaçant et en retirant des poids, la quantité d'électricité dégagée ne dépendant que de la pression finale). La lame du condensateur-source, l'étalon de capacité et les secteurs de l'électromètre sont alors au potentiel d'un daniell, et l'on connaît le poids qui a été nécessaire pour arriver à ce résultat. On répète la même opération après avoir supprimé l'étalon de capacité. La différence des poids obtenus dans le premier et le deuxième cas représente le poids nécessaire pour porter l'étalon de capacité au potentiel d'un Daniell.

» V. La méthode que nous venons de décrire renferme en elle un procédé de comparaison des capacités. On peut, en effet, déterminer à l'aide de trois pesées les quantités d'électricité nécessaires pour porter deux conducteurs au même potentiel, d'où l'on tire le rapport de leurs capacités.

» Au contraire, en chargeant les deux secteurs avec deux éléments différents, et en cherchant les poids nécessaires pour amener une même capacité aux potentiels de chacun d'eux, on a le rapport des forces électromotrices des deux éléments.

» Enfin on peut mesurer une charge avec une grande précision : le corps chargé étant mis en communication avec le condensateur-source et avec un électromètre quelconque, ce dernier accuse la présence de l'électricité; on ramène au zéro en mettant des poids sur le condensateur.

» Ces méthodes ont l'avantage de ramener toujours l'électromètre au zéro ; il ne sert donc plus que comme électroscope, et l'on peut employer une sensibilité plus grande. La détermination des capacités et celle des charges se font ainsi avec précision. L'appareil peut encore servir comme réparateur de charge pour maintenir à un même potentiel un corps qui perd constamment de l'électricité et qui doit rester isolé.

» VI. Les constantes d'un condensateur-source sont : 1° la quantité d'électricité dégagée par un poids de 1^{kg} à l'extrémité du levier; 2° sa capacité. Pour charger les corps de très petite capacité, il y a avantage à avoir un condensateur-source de très faible capacité; une tourmaline ou un quartz de $0^m,01$ de hauteur et de quelques millimètres carrés de surface peuvent ne pas atteindre la capacité d'une sphère de $0^m,01$ de rayon et fournir des quantités d'électricité capables de charger au potentiel d'un daniell une sphère de 3^m de rayon. Pour charger des corps d'une capacité un peu plus forte, il n'y a plus grand inconvénient à augmenter la ca-

pacité du condensateur-source, et l'on peut obtenir en le faisant des quantités d'électricité beaucoup plus considérables; nous avons fait construire une pile de neuf lames de quartz, taillées parallèlement entre elles et perpendiculairement à un axe horizontal dans un même canon de quartz bien homogène. Chaque lame a environ 20^{cq} de surface; elles sont placées les unes sur les autres en pile, séparées toutefois par des feuilles d'étain; toutes les lames de rang pair ayant été retournées, il résulte de cette disposition que, lors d'une variation de pression exercée sur la pile, toutes les feuilles d'étain de rang pair se chargent d'une électricité, toutes celles de rang impair se chargent de l'autre. En réunissant tous les éléments en surface, c'est-à-dire en réunissant d'une part toutes les feuilles d'étain de rang pair et d'autre part toutes celles de rang impair, on a un condensateur-source dont la capacité est celle d'une sphère de $3^{m},5$ de rayon. Il fournit facilement de quoi charger $\frac{1}{10}$ de microfarad au potentiel d'un daniell, mais la difficulté qu'il y a à exercer des pressions fortes empêche seule de dépasser beaucoup cette valeur; d'après des expériences faites avec des lames de dimensions plus petites, la pile de quartz pourrait supporter sans inconvénient, vu sa grande surface, une pression de 6000^{kg} et donnerait alors une quantité d'électricité capable de charger 10 microfarads au potentiel d'un daniell. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Détermination de la distance angulaire des couleurs.* Note de M. **A. Rosenstiehl**, présentée par M. Friedel.

« Deux séries d'expériences faites sur un cercle chromatique ont appelé mon attention sur trois couleurs paraissant remplir des fonctions spéciales [1]. J'ai été conduit à discuter ainsi la théorie d'Young [2], sur les trois sensations fondamentales, et à établir deux catégories de couleurs non complémentaires:

» 1° Celles qui, par leur mélange trois à trois, à intensité égale, produisent la sensation du blanc;

» 2° Celles qui produisent cette sensation en dehors de ces proportions.

» J'ai désigné par le mot *triade* la première catégorie, et j'ai fait remar-

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 244 et 357.

(2) *Loc. cit.*, p. 1286.

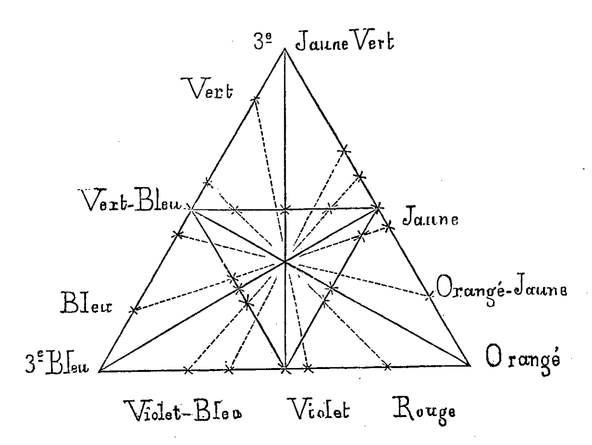
quer qu'il résulte de leur définition qu'en représentant la table des couleurs par un triangle équilatéral, dont chaque sommet est occupé par l'une des couleurs d'une triade, les complémentaires se trouveront placées dans cette construction sur les côtés du triangle et aux extrémités d'une droite passant par le point de rencontre des médianes, tandis que cette régularité ne saurait exister pour la deuxième catégorie d'assemblages de trois couleurs.

» Le but de la présente Note est de prouver que les trois couleurs signalées précédemment, c'est-à-dire l'orangé, le troisième jaune-vert et le troisième bleu, possèdent les caractères d'une triade.

» Par une première série d'expériences, je détermine les couples de couleurs complémentaires.

» Par une deuxième série d'expériences, je reconnais les proportions dans lesquelles il faut mélanger les trois couleurs choisies pour obtenir la sensation du blanc.

» Par une troisième série, je cherche à reproduire une couleur déterminée par le mélange de deux ou trois couleurs; toutes ces expériences sont faites avec les disques rotatifs; la mesure des angles des secteurs donne la position de cette couleur sur les côtés du triangle. Dans les calculs, je ne tiens



pas compte de la sensation du blanc qui se produit en même temps, mais uniquement de la sensation de couleur, mon but étant de déterminer le rapport dans lequel deux sensations colorées différentes doivent être mélangées pour obtenir une sensation de couleur déterminée. Le résultat de ces trois séries d'expériences se trouve résumé dans la figure ci-dessus.

» On y voit que les droites qui réunissent les couleurs complémentaires

se croisent en un point unique. En conséquence, les trois couleurs divisées font partie d'une triade; voici leur position dans le spectre :

Orangé à....................	$\frac{3}{4}$ de C vers D
Vert (3e jaune vert) à........	$\frac{3}{4}$ de D vers E
Bleu (3e bleu) à..............	$\frac{1}{3}$ de F vers G.

» J'ai répété les deux dernières séries d'expériences en remplaçant méthodiquement l'une des trois couleurs par une autre. J'ai opéré de même avec les trois couleurs que Maxwell considère comme fondamentales. Aucun de ces systèmes ne donne de résultats réguliers. Des couleurs fort voisines à la vue y sont séparées par de grands espaces, tandis que des couleurs distinctes y sont très rapprochées et presque confondues, et les lignes qui réunissent deux couleurs complémentaires ne se croisent pas en un point unique.

» Les deux propositions formulées plus haut sont donc d'accord avec l'expérience.

» Pour compléter la démonstration de l'existence des triades, il me reste à prouver que *toutes les couleurs qui occupent les sommets d'un triangle équilatéral inscrit possèdent les mêmes propriétés.*

» J'ai reconnu qu'il en est réellement ainsi en recommençant la même série d'expériences avec la triade formée par le premier violet, le vert-bleu et un jaune compris entre le premier et le deuxième jaune de mon cercle chromatique. Ces trois couleurs sont distantes de 120° dans la figure ci-contre. Les résultats de l'expérience y sont indiqués; on remarquera, non seulement que les couleurs complémentaires sont situées aux extrémités d'une droite passant par le point d'intersection des médianes, mais encore que la nouvelle figure est exactement superposable à la première en ce qui concerne la position des couleurs intermédiaires. On peut conclure de ce fait que *la distance angulaire des couleurs est la même, quelle que soit la triade qui sert de point de départ.*

» Cette distance angulaire se trouve donc déterminée une fois pour toutes, mais il n'en est pas de même de la forme de la table des couleurs, qui en est indépendante, puisqu'on peut arriver au même résultat avec une infinité de triades.

» Laquelle d'entre elles correspond aux sensations fondamentales ? Pour répondre à cette question, nous n'avons plus pour guide des mesures exactes, mais uniquement des appréciations de l'œil. En réalité, elle peut s'énoncer ainsi : Les couleurs pour lesquelles la distance angulaire est la

même sont-elles équidistantes à la vue? Si oui, toutes les triades ont même valeur, et la table des couleurs peut être représentée par un cercle. Si, au contraire, il y a des couleurs équidistantes à la vue dont les complémentaires paraissent plus éloignées ou plus rapprochées entre elles, la table des couleurs présente des angles.

» L'étude que j'ai faite précédemment de la distribution des couleurs complémentaires dans un cercle chromatique montre qu'il en est incontestablement ainsi : toutes les couleurs comprises entre le rouge et l'orangé-jaune ont des complémentaires très rapprochées du vert-bleu, et celles qui sont comprises entre le bleu et le bleu-violet ont leurs complémentaires très voisines du jaune. Il y a donc des sommets vers le violet-bleu et vers l'orangé.

» La différence me paraît moins accentuée pour le troisième jaune-vert.

» Quoi qu'il en soit de la forme de la table des couleurs, sa projection sur les côtés d'un triangle équilatéral a permis de déterminer la distance angulaire exacte des couleurs, résultat qui n'a pas encore été obtenu, et qui suffit pour relier entre eux les faits actuellement connus. Le diagramme ci-dessus représente la loi du mélange des couleurs et se substituera avec avantage à la règle de Newton.

» Il a, de plus, une signification esthétique. Par la détermination des triades, il permet d'appliquer aux arrangements à trois couleurs les règles de l'harmonie que j'ai données pour l'emploi des couleurs complémentaires dans la décoration. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Robinet électrique; transformation, transport, emploi de l'Énergie*. Note de M. G. CABANELLAS, présentée par M. Cornu.

« La théorie et l'expérience s'accordent à établir l'imperfection essentielle et la portée restreinte des distributions d'Énergie basées sur des transports réels de matière du lieu de production aux lieux de consommation de l'Énergie (liquide ou gaz en pression).

» Les propagations électriques s'effectuant par acte moléculaire, en une durée pratiquement nulle, sont, en principe, infiniment moins matérielles, plus parfaites; il était rationnel de les utiliser dans cette voie.

» Le nouveau théorème électrodynamique présenté à l'Académie des Sciences, le 27 décembre dernier, me permet de donner une solution simple et complète du problème si intéressant des exportations ou importations et des distributions industrielles d'Énergie, à toutes distances, automati-

quement et par une canalisation unique. La présente Communication a pour objet l'explication très sommaire de cette application.

» Si nous restreignons l'énoncé du théorème au cas où l'un des deux débits électriques est toujours de même sens et proportionnel au temps, il en sera de même de l'autre débit considéré; cela revient à dire qu'à une intensité définie, traversant une des deux machines, correspond une intensité également définie traversant l'autre machine. La seconde intensité peut, par construction, être inférieure, égale ou supérieure à la première. Nous pouvons donc établir des ensembles de deux machines, que nous numéroterons 1, 2, 3, ..., n, tels qu'à un même débit de D webers, dans la première partie de chacun de ces ensembles, correspondent respectivement des débits de 1, 2, 3, ..., n webers dans les secondes parties. Si nous animons tous ces ensembles par une même circulation mère de D webers, nous recueillerons dans chacun des circuits d'exploitation respectifs des débits qui, respectivement et par construction, seront à volonté de 1, 2, 3, ..., n webers, et cela, quelles que soient les variations exercées extérieurement sur les circuits d'exploitation comme résistances et comme forces électromotrices.

» Chacun de ces n ensembles constitue donc un véritable robinet électrique à débit d'intensité distincte et constante.

» Il est entendu que, afin de réaliser les meilleures conditions mécaniques, les deux parties constitutives d'un robinet sont construites sur un même arbre destiné généralement à fonctionner vertical; c'est alors une sorte de cylindre fermé, d'aspect extérieur immobile, appareil complet, transportable et fournissant, sans changement de réglage, la régulation automatique du débit de chacune des applications exploitées.

» Sans entrer dans les détails, il faut cependant remarquer que tout robinet alimenté par l'unique circulation mère de même sens peut, par construction, débiter soit des courants de même sens, soit des courants alternatifs à phases quelconques, avec cet avantage que les électro-aimants inducteurs des courants alternatifs peuvent facilement être excités par la circulation mère. Ainsi les nombreuses usines locales et leurs régulations distinctes, jusqu'à présent nécessaires pour l'éclairage électrique, par exemple, peuvent être remplacées par des robinets logés n'importe où, sans préoccupation d'éclairage, d'aérage ou de points d'attache, dans le volume strictement nécessaire à l'appareil. D'une façon générale, par un nombre quelconque de robinets branchés sur l'unique canal d'exportation, sous tous les modes dynamiques, quantité, tension, sens électriques, l'Énergie, sous forme de lumière, son, chaleur, action chimique, puissance méca-

nique proprement dite, peut être distribuée localement, directement ou indirectement, avec réglage automatique, malgré les variations constamment facultatives des consommations locales d'Énergie. Tous les réglages locaux, quel qu'en soit le nombre, sont ramenés à l'unique réglage de l'intensité mère dont ils sont la conséquence.

» Au lieu d'exportation, l'Énergie disponible est puisée, en quantité qui peut être constamment variable, et est lancée dans le canal sous forme de courant à force électromotrice variable et a intensité maintenue constante. La source électrique se compose d'éléments dont chacun engendre, sous l'intensité de régime, une force électromotrice élémentaire disponible. Un relais électrique, que commande un variateur par débit, remplit la seule fonction, automatique, d'ouvrir ou fermer le circuit auxiliaire, et donner brusquement carrière, dans un sens ou dans l'autre, aux actions mécaniques correctrices de la force motrice, du nombre d'éléments-source et de l'appoint, jusqu'à ce que l'organe vigilant soit satisfait, c'est-à-dire que la tendance modificatrice de l'intensité mère soit corrigée. En résumé, au lieu d'exportation comme aux points de consommation, toutes les régulations sont automatiques et jouissent de cette importante et distinctive propriété, qu'à chaque instant l'Énergie n'est prise et consommée qu'au prorata de l'effet utile à obtenir. Dans le cas où l'Énergie à exporter est rendue disponible en un lieu par l'intermédiaire d'un moteur à vapeur, par exemple, actionnant une source dynamique d'électricité, non seulement le moteur et la force électromotrice résultante ne travaillent qu'en raison de l'Énergie totale à dépenser utilement, à tout moment, mais de plus, il n'est employé à tout moment que le nombre d'éléments induits strictement nécessaires pour produire, à l'intensité de régime, la force électromotrice utile, à ce moment, pour assurer ce débit de régime. Il en résulte que les éléments induits de la source travaillent toujours dans leurs conditions de maximum de rendement, ou, en d'autres termes, que la résistance intérieure de la source est toujours minimum pour la force électromotrice utilement lancée dans le circuit canalisé.

» Appelant i l'intensité de régime, R la résistance du canal, r celle d'un élément-source à force électromotrice disponible e, ρ et E les éléments électriques récepteurs, le rendement relatif en travail disponible aux récepteurs est

$$\frac{1}{\left[1+\frac{ir}{e}\right]\left[1+\frac{i(R+\Sigma\rho)}{\Sigma E}\right]}. \text{»}$$

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation des explosifs.* Note de MM. SARRAU et VIEILLE, présentée par M. Berthelot.

« 1. Les recherches de M. Berthelot ont fait ressortir l'importance que présente, pour l'évaluation théorique de la force d'un explosif, la détermination de la chaleur dégagée par sa décomposition. C'est aussi cet élément qui permet d'apprécier le travail maximum que l'explosif paraît théoriquement susceptible de fournir.

» On peut mesurer expérimentalement la chaleur dégagée par un explosif, en produisant la réaction dans un calorimètre; mais le résultat que l'on obtient ainsi varie, en général, par suite de la diversité des réactions possibles. En effet, la nature et la composition des produits dépendent des conditions de leur production, ainsi que nous l'avons constaté pour la décomposition en vase clos du coton-poudre et du picrate de potasse ([1]); et cette variété se manifeste même pour ceux des explosifs qui renferment assez d'oxygène pour la combustion complète de leurs éléments, ainsi que nous l'avons établi en étudiant les produits donnés par la nitroglycérine et les mélanges nitratés sous de faibles pressions ([2]).

» A chaque mode de décomposition correspond une valeur particulière de la chaleur dégagée, et, dans certains cas, l'intensité des pressions développées ne permet pas d'opérer les mesures calorimétriques dans des conditions favorables à l'exactitude des déterminations.

» 2. On peut, au contraire, calculer dans tous les cas les chaleurs de décomposition par la détermination préalable d'un élément fixe, caractéristique de l'explosif, qui est sa chaleur de formation par ses éléments. En effet, quand un explosif se décompose, la chaleur dégagée est égale, d'après un principe fondamental de Thermochimie, à l'excès de la chaleur de formation des produits sur la chaleur de formation de l'explosif.

» Il suffit donc de connaître, avec la chaleur de formation de la substance, les chaleurs de formation des produits de la décomposition (qui sont données en général par les Tables thermochimiques), ainsi que la composition de ces produits qui est donnée, dans tous les cas, par des mé-

([1]) *Comptes rendus*, séances du 3 mai 1880 et du 11 juillet 1881. *Voir* aussi les observations de M. Berthelot sur les décompositions multiples de l'azotate d'ammoniaque, signalées par lui dès 1865 (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XX, p. 264).

([2]) *Comptes rendus*, séance du 10 mai 1880.

thodes ne comportant pas les difficultés des déterminations calorimétriques.

» 3. Nous avons, en conséquence, déterminé les chaleurs de formation des principaux explosifs. Il suffit, à cet effet, de connaître, dans une condition bien définie :

» 1° La chaleur dégagée par la décomposition de la substance;

» 2° La composition des produits de la réaction.

» En désignant par q la chaleur dégagée, par q_1 la chaleur de formation des produits obtenus, par q_0 la chaleur de formation de l'explosif, on a, d'après le principe précité de Thermochimie,

$$q = q_1 - q_0, \quad \text{d'où} \quad q_0 = q_1 - q.$$

» Les produits composés de l'état final sont, en général, constitués par l'acide carbonique, l'oxyde de carbone et l'eau, dont les chaleurs de formation sont connues avec exactitude. Dans certains cas, la réaction est plus complexe : pour éviter les incertitudes résultant, soit de l'analyse des produits, soit de la fixation de leurs chaleurs de formation, il convient de brûler les éléments de la substance en produisant sa décomposition dans un excès d'oxygène. C'est ainsi que nous avons procédé pour les picrates de potasse et d'ammoniaque.

» 4. La déflagration de l'explosif se produit dans une éprouvette en fer forgé, de 300^{cc} environ de capacité, immergée dans un calorimètre en cuivre rouge renfermant $1^{kg},800$ d'eau. Le calorimètre est entouré d'une enceinte identique à celle qui a été adoptée et décrite par M. Berthelot [1].

» L'éprouvette est munie d'un robinet à pointe, qui permet de recueillir les gaz, et d'un cône de mise de feu électrique. Elle est doublée intérieurement de platine, pour éviter l'oxydation de la paroi.

» Pour la mesure des températures, on a employé des thermomètres Baudin, gradués en cinquantièmes de degré et permettant l'évaluation de $\frac{1}{200}$ de degré. Ces excès mesurés ne dépassent pas 3°.

» 5. Les chaleurs de formation sont évaluées, dans les conditions adoptées, dans les Tables publiées par M. Berthelot, les composants et les composés étant pris à $+15°$ et les réactions s'opérant sous la pression normale. Les chaleurs mesurées dans le calorimètre, à volume constant, doivent donc être ramenées aux valeurs qu'elles auraient sous pression constante, et subir, à cet effet, une correction dont M. Berthelot a donné la formule [2]. Cette correction correspond au travail accompli par les gaz

---

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 167.

(2) *Ibid.*, t. I, p. 115.

de la réaction passant, sous la pression atmosphérique normale, d'un volume égal à celui de l'explosif, c'est-à-dire négligeable, au volume qu'ils occupent à la température de $+15°$.

» Nous ferons connaître, dans une prochaine Communication, les résultats obtenus par l'application de cette méthode aux principaux explosifs. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Industrie de la magnésie.* Deuxième Note de M. Th. Schlœsing.

« Quand on imbibe d'une dissolution de chlorure magnésien de la chaux éteinte en poudre et sèche, la magnésie mise en liberté faisant fonction de ciment, on peut façonner la matière en petits fragments poreux possédant quelque consistance. Si l'on suspend un de ces fragments dans une dissolution de chlorure magnésien, on constate au bout de quelques jours que la chaux y a été remplacée intégralement par de la magnésie hydratée. L'interprétation du fait est bien simple : le fragment a été le siège d'une double diffusion; le chlorure de magnésium s'est diffusé du dehors au dedans, mais il s'est changé dans le fragment en chlorure de calcium, qui s'est diffusé à son tour du dedans au dehors. Ces deux diffusions sont simultanées et prennent fin quand toute la chaux est remplacée par la magnésie. Voilà donc un moyen de contracter et de réduire à un faible volume un précipité qui aurait occupé le volume entier de la dissolution, si tout d'abord on y avait délayé le fragment de chaux.

» Ces mêmes phénomènes se produisent pour un grand nombre de fragments, comme pour un seul, quand ils sont entassés dans un vase approprié, où l'on fait circuler lentement, de haut en bas, une dissolution magnésienne. Après cinq ou six jours, la transformation est complète : on peut même remplacer la dissolution par de l'eau pure et laver complètement la magnésie; le brassage en fait une bouillie blanche qui, séchée à l'air libre, donne une masse agrégée, mais très friable sous les doigts; c'est de l'hydrate de magnésie MgO,HO pouvant demeurer longtemps au contact de l'air sans se carbonater notablement, et dont la pureté dépend de celle de la chaux employée.

» Ces premiers résultats étaient encourageants : toutefois je ne pouvais perdre de vue une circonstance qui en diminuait la valeur, la dissémination des marais salants sur une longue étendue du littoral. Je ne pouvais songer au transport des eaux mères dans quelques établissements centraux; la nouvelle industrie devra être disséminée à son tour comme les salins et

être confiée aux mains des sauniers : une extrême simplicité de son matériel et du travail sera donc pour elle une condition vitale. Or la chaux éteinte ne peut guère se passer d'un blutage ; c'est un premier inconvénient ; puis la mise en fragments, si facile au laboratoire, me semble une opération délicate et peu pratique en grand : si les fragments sont trop compacts, la transformation se fait mal ; s'ils sont trop poreux, ils s'éboulent et arrêtent la circulation des dissolutions.

» Je suis sorti de ces difficultés, en trouvant le moyen d'employer la pâte de chaux préparée simplement selon les errements des maçons ; j'en fabrique des vermicelles, en la foulant à travers une plaque de métal percée de petits trous, ce qui élimine les pierres, graviers et incuits. Si mes vermicelles tombaient sur le sol ou dans l'eau, ils auraient promptement reconstitué de la pâte, mais je les reçois dans la dissolution de chlorure magnésien ; à l'instant où ils touchent cette dissolution, ils s'habillent d'une mince couche de magnésie, sorte de carapace qui les consolide si bien qu'ils peuvent dès lors être entassés sur $1^{m},50$ de haut sans s'affaisser sous leur poids et en laissant entre eux tout l'espace nécessaire à la circulation des liquides. Au reste, ces vermicelles se conduisent absolument comme les fragments de chaux éteinte : ils engraissent beaucoup durant leur transformation, mais cet embonpoint n'est point suffisant pour obstruer les passages réservés aux liquides.

» La réussite certaine de l'opération dépend de quelques conditions que je dois mentionner. La pâte ne doit être ni trop serrée ni trop molle : trop serrée, elle fournit une magnésie trop compacte, qui arrête les diffusions avant qu'elles aient pénétré jusqu'à l'axe des vermicelles ; trop molle, elle donne une magnésie dépourvue de cohésion, et tout s'affaisse avant la fin de la transformation. La meilleure pâte est celle qui renferme de 34 à 36 pour 100 de chaux anhydre. La dissolution magnésienne à son tour ne doit être ni trop étendue ni trop concentrée, parce que la cohésion de la magnésie est en rapport direct avec la concentration ; la magnésie est donc trop serrée ou trop lâche, s'il y a excès en plus ou en moins dans le titre de la liqueur. L'expérience m'a montré que le titre doit être compris entre 25^{gr} et 40^{gr} de magnésie anhydre pour 1^{lit} de liqueur ; d'où l'on voit que les eaux mères des salins devront plutôt être étendues que concentrées. Les lois de la diffusion posées par Graham sont ici en défaut ; l'accélération des phénomènes, due à une augmentation de titre, est balancée par la résistance qu'oppose un dépôt plus consistant de magnésie ; j'ai trouvé que la durée d'une opération est à peu près indépendante du degré de concentration

des liquides, entre les limites indiquées : elle est de six jours, auxquels il en faut ajouter un consacré au lavage.

» La présence du sel marin, toujours abondant dans les eaux mères, est indifférente ; c'est un spectateur désintéressé de phénomènes qui ne le concernent pas.

» Les eaux mères contiennent des sulfates solubles qu'il est essentiel de décomposer au préalable, sous peine de ne recueillir qu'un mélange de plâtre et de magnésie. Pour éliminer les sulfates, il suffit de mêler aux eaux neuves un volume calculé d'eaux traitées, riches en chlorure de calcium ; au bout de quelques heures de repos, le dépôt de sulfate de chaux est achevé; il occupe environ la douzième partie du volume du mélange : on peut donc le rejeter, sans souci de la quantité d'eau mère interposée et perdue avec lui.

» J'ai à peine besoin de dire que des opérations fondées sur des diffusions doivent être soumises, en industrie, à un régime méthodique comme celles qui ont pour objet des déplacements de corps solubles. Des tonneaux en bois seraient suffisants dans le cas présent, mais j'espére simplifier encore le matériel, en faisant usage de longues rigoles creusées en terre, ayant 1^m de profondeur sur 1^m à 2^m de largeur, dans lesquelles les dissolutions circuleraient horizontalement à travers les masses de vermicelles formées sur place par criblage de la pâte calcique.

» L'eau de mer est une dissolution de chlorure et de sulfate magnésiens beaucoup trop étendue pour servir à l'exploitation du procédé que je viens d'esquisser; je montrerai néanmoins, dans une prochaine Communication, qu'on en peut faire la source directe et illimitée de la magnésie nécessaire pour l'extraction de l'ammoniaque. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions de la morphine et de ses congénères.* Note de M. E. **Grimaux**, présentée par M. Wurtz.

« M. Baeyer a montré que les hydrocarbures aromatiques et les phénols réagissent sur les aldéhydes en présence de l'acide sulfurique et s'y unissent avec élimination d'eau. Ainsi, en employant l'aldéhyde formique ou plutôt les corps qui peuvent fournir cette aldéhyde par l'action de l'acide sulfurique, on constate qu'elle s'unit à deux molécules du composé aromatique et qu'il se sépare une molécule d'eau : par exemple, on obtient avec la

benzine et l'aldéhyde formique du diphénylméthane, suivant l'équation

$$\underbrace{CH^2O}_{\text{Aldéhyde formique.}} + \underbrace{2C^6H^6}_{\text{Benzine.}} = \underbrace{CH^2 \begin{cases} C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{cases}}_{\text{Diphénylméthane.}} + H^2O$$

» Dans ce genre de réactions, les liqueurs offrent des colorations variées, produites par l'acide sulfurique en excès.

» La morphine se comportant comme un phénol et paraissant appartenir à la série aromatique, j'ai essayé de la traiter par l'aldéhyde formique en présence d'acide sulfurique. M. Baeyer avait employé l'acétate de méthylène $CH^2(OC^2H^3O)^2$ ou le méthylal $CH^2 \begin{cases} OCH^3 \\ OCH^3 \end{cases}$ comme substances fournissant de l'aldéhyde formique. Je me suis servi, dans le même but, de l'acétochlorhydrine méthylénique $CH^2 \begin{cases} Cl \\ OC^2H^3O. \end{cases}$

» Quand on ajoute à de la morphine pulvérisée, ou mieux dissoute dans l'acide acétique cristallisable, quelques gouttes d'acétochlorhydrine méthylénique, puis de l'acide sulfurique en excès, la liqueur se colore immédiatement en rose, puis la teinte fonce rapidement, et, en quelques minutes, devient absolument semblable à celle d'une solution concentrée de permanganate de potassium : l'addition d'eau fait passer la couleur au rose vif, puis la détruit entièrement.

» En laissant en contact pendant vingt-quatre heures le mélange de morphine, d'acétochlorhydrine et d'acide sulfurique, étendant d'eau et précipitant par l'ammoniaque, on recueille une nouvelle base, jaune, amorphe, très soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'éther, insoluble dans la benzine, et possédant la propriété de se colorer immédiatement en pourpre violacé par l'acide sulfurique. Cette base, dont je n'ai pas poursuivi l'étude, se formant dans les mêmes conditions que les corps observés par M. Baeyer, me paraît devoir renfermer

$$(C^{35}H^{38}Az^2O^6 = CH^2(C^{17}H^{18}AzO^3).$$

» Tous les éthers de la morphine se comportent de la même façon avec l'acétochlorhydrine méthylénique et l'acide sulfurique; ils donnent des solutions présentant exactement la même coloration : telles sont la codéine,

la codéthyline, l'éthylène-morphine ou dicodéthine, et une base amorphe que j'ai obtenue par l'action de l'épichlorhydrine sur la morphine sodée.

» L'acétoxycodéine, dont j'ai indiqué récemment le mode de formation [1], donne directement la même coloration avec l'acide sulfurique, puisqu'elle renferme les éléments de la morphine et de l'aldéhyde formique.

» La morphine et ses éthers, traités par l'acide sulfurique en présence d'hydrure de benzoyle, donnent également de nouveaux dérivés; les liqueurs se colorent en un jaune orangé, possédant la teinte des solutions de bichromate de potassium.

» Ces réactions, outre qu'elles peuvent fournir un nombre considérable de bases nouvelles, permettent de caractériser la morphine et ses éthers, mais seulement les éthers renfermant des radicaux saturés. En effet, la thébaïne, qui, d'après sa formule, paraît être une vinylmorphine, se colore immédiatement en rouge par l'acide sulfurique et n'offre pas du tout la réaction colorée de la morphine et de ses éthers. On aurait pu croire, d'après cela, que la thébaïne n'est pas un dérivé de la morphine, mais la *codallyline*, produite par l'action du bromure d'allyle sur la morphine sodée et que je n'ai encore obtenue qu'à l'état gommeux, se comporte avec l'acide sulfurique comme la thébaïne, et ne donne pas de coloration violette avec l'aldéhyde formique naissante.

» Cette analogie de réactions entre la thébaïne et la codallyline tend à faire prévoir que la première est bien un dérivé vinylique de la morphine, mais ce n'est là qu'une supposition : les recherches synthétiques seules permettront d'élucider ce point. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur un procédé nouveau de vaccination du choléra des poules.* Note de M. **H. Toussaint**, présentée par M. Bouley.

« Tout le monde connaît les beaux travaux de M. Pasteur sur le choléra des poules. Chacun sait aujourd'hui comment ce maître, par l'action continue de l'oxygène, est arrivé à déterminer dans le virus si meurtrier de cette maladie des effets d'atténuation, permettant de donner aux animaux l'immunité.

» Il me paraît que les expériences suivantes montrent que l'atténuation de ce virus peut être obtenue dans d'autres conditions.

» Il y a trois ans, le 8 juillet 1878, j'avais l'honneur de présenter à l'A-

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 67.

cadémie l'observation d'une maladie à microbes, que j'assimilais à celle qu'a étudiée M. Davaine en 1864 et 1865, en la différentiant du charbon, et que MM. Leplat et Jaillard avaient prise pour le sang de rate.

» Au mois d'octobre 1878, je faisais connaissance avec le choléra des poules et déjà, dans ma pensée, j'assimilais cette maladie avec celle que j'avais observée dans mes expériences des premiers mois de l'année. Les microbes de ces deux affections avaient une ressemblance parfaite et se comportaient, vis-à-vis du lapin, de la même façon. J'avais même envoyé, en 1879, à M. Bouley, deux Notes dans lesquelles je faisais ressortir les analogies qui existent entre les parasites de ces deux maladies et les lésions qu'elles déterminent non seulement sur le lapin, mais aussi sur les pigeons et les poules.

» Des expériences de même nature, faites à la fin de 1879 et en 1880, me déterminèrent à publier la Note insérée à la page 301, Tome XCI des *Comptes rendus*, séance du 2 août, sous le titre : *Identité de la septicémie expérimentale aiguë et du choléra des poules*. Je résumais dans cette Note les faits de cinq séries d'expériences qui m'avaient démontré qu'on pouvait donner lieu à la manifestation du choléra des poules, en inoculant le microbe de la septicémie.

» De nouveaux faits viennent confirmer ces résultats. Je viens de faire deux séries d'expériences : l'une avec du sang charbonneux qui m'avait été envoyé des Vosges; l'autre avec un lapin mort très rapidement à la suite d'une inoculation de sang extrait depuis vingt heures d'une vache tuberculeuse.

» Les lapins inoculés avec le sang charbonneux sont morts en sept ou huit heures de la septicémie. Ce sang charbonneux altéré renfermait un microbe exactement semblable à celui du choléra des poules. Inoculé à des pigeons, il les a tués d'abord en quatre ou cinq jours, puis en trois jours, enfin en deux ou un jour. Inoculé du pigeon aux poules, on a obtenu les mêmes résultats, c'est-à-dire que la première poule est morte le quatrième ou le cinquième jour et les autres successivement en trois, deux et un jour.

» Au moment où j'ai fait ces expériences, j'ai pu exactement comparer les lésions du choléra de ces poules avec celles qui résultent de l'inoculation.

» J'avais prié M. Pasteur de m'envoyer le microbe de cette maladie, et je dois dire que l'observation la plus minutieuse ne peut établir aucune différence dans les symptômes, les lésions de la peau, des muscles et du

sang ni dans les cultures de ces parasites. Ces expériences sur le choléra et sur la septicémie ont été faites dans deux locaux et avec des instruments spéciaux pour chacune.

» J'eus alors l'idée d'inoculer directement aux poules le sang des lapins morts de septicémie. Les résultats furent ceux d'un virus atténué : lésions légères de la peau et du tissu conjonctif sous-jacent; quelquefois une très petite altération des fibres musculaires, mais dans tous les cas les poules guérirent et furent réfractaires à l'inoculation du choléra. Les cultures du sang de lapin septicémique agissent de la même façon : c'est à peine si, dans ce cas, l'inoculation détermine chez les poules une légère cicatrice de la peau, arrondie et régulière comme si on l'avait faite à l'emporte-pièce.

» Avec cette variété de septicémie du lapin ([1]), on pourrait donc faire un vaccin pratique qui permettrait d'arrêter les épizooties si graves que l'on observe si souvent sur les oiseaux de basse-cour. Il suffirait, pour éviter toute dépréciation, d'inoculer les animaux à l'extrémité de l'aile.

» Lorsque la septicémie a tué la poule après avoir passé par le pigeon, ses propriétés très virulentes pour ces deux espèces se conservent même après l'inoculation au lapin.

» Les causes déterminantes des épidémies de choléra des poules sont encore inconnues. On a supposé que les matières en putréfaction pouvaient leur donner naissance, et c'est ce qui a conduit à conseiller des mesures de propreté et la désinfection. Le microbe qui a tué la première poule dans une épidémie est, certainement, venu d'une génération antérieure qui en avait tué d'autres, mais comment s'est-il perpétué ? Les faits qui démontrent le développement de la septicémie dans des matières en voie de putréfaction ne jettent-ils pas quelques clartés sur cette étiologie ? N'est-il pas admissible que les poules trouvent les conditions de leur infestation par le choléra dans les matières organiques en voie de putréfaction, qui peuvent servir de milieu de culture aux germes de la septicémie que l'air tient en suspension avec ceux de la putréfaction même?

» Je me borne aujourd'hui à formuler cette hypothèse, que je me propose de vérifier expérimentalement. »

([1]) Elle n'a aucun rapport avec celle que MM. Pasteur, Joubert et Chamberland ont décrite dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, séance du 30 avril 1878.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur une brèche volcanique susceptible d'être utilisée comme amendement agricole.* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« Le Bureau d'essai de l'École des Mines a reçu récemment du département de l'Hérault un échantillon d'une roche, que je crois devoir signaler comme susceptible d'être avantageusement employée à titre d'amendement pour l'agriculture.

» En examinant à la loupe et au microscope les différentes parties de cette brèche, on reconnaît que les fragments empâtés sont principalement formés de basalte ou d'une scorie basaltique, avec cristaux de péridot et grains nombreux de fer oxydulé magnétique; on y voit aussi des morceaux de schiste argileux, du quartz et même quelques débris de coquilles. La pâte grisâtre est de nature argilo-calcaire; on y distingue encore de très petits grains de basalte et de fer oxydulé, comme on en trouve dans les scories ou les cendres volcaniques.

» L'origine de cette brèche n'est donc pas douteuse; elle est due à un remaniement par les eaux de déjections volcaniques. Telle est aussi, après examen des lieux, l'opinion de M. de Rouville, l'éminent professeur à la Faculté de Montpellier; car, dans sa Carte géologique de l'Hérault, il a figuré sous le titre de « formation fluvio-volcanique » le gisement de Saint-Adrien, ainsi que plusieurs autres lambeaux de terrains épars dans les arrondissements de Béziers et de Lodève.

» C'est une brèche argilo-calcaire, dans laquelle on distingue de petits fragments anguleux ou faiblement arrondis, de couleur grise ou noirâtre, et une pâte de teinte plus claire, d'un gris jaunâtre.

» Prise dans son ensemble, elle a présenté à l'analyse la composition suivante :

Silice	43,30
Alumine	15,60
Oxyde de fer	18,00
Chaux	11,00
Magnésie	0,40
Potasse	0,80
Soude	traces
Acide phosphorique	0,40
Perte par calcination	10,20
	99,70

» On doit remarquer dans cette analyse la présence simultanée et les proportions notables de fer, de chaux, de potasse et d'acide phosphorique. La roche est partiellement attaquée par les acides étendus, avec effervescence. Exposée aux agents atmosphériques, elle se désagrège et peut se mêler au sol, auquel elle apporte les divers éléments de fertilité qu'elle contient.

» Cette roche se rencontre à Saint-Adrien, dans la commune de Servian, arrondissement de Béziers. D'après les renseignements, qui m'ont été donnés par une personne du pays, elle forme, sur la rive droite de la Tongue, un gisement assez étendu, qu'on estime à plusieurs centaines d'hectares et dont l'épaisseur atteint 12^m, dans la carrière où l'on a commencé à l'exploiter.

» La roche dont nous parlons est, paraît-il, souvent utilisée dans le pays, comme assez résistante au feu, pour faire les portes des fours; mais on en a fait récemment une application plus importante.

» Un propriétaire intelligent a eu l'idée de la répandre sur des terres argileuses du voisinage et en a obtenu, paraît-il, de très bons effets, principalement pour la culture de la vigne.

» Cet emploi rappelle une pratique depuis longtemps établie dans le Palatinat et mentionnée par M. Ladrey dans son *Traité de Viticulture*.

» Dans la contrée de Durkheim, où l'on donne les plus grands soins à la culture de la vigne, et notamment à Deidesheim, lorsqu'on veut opérer de nouvelles plantations, on couvre la surface du sol d'une couche de $0^m,08$ à $0^m,15$ d'une terre basaltique, extraite à peu de distance; opération coûteuse sans doute, mais dont on est bientôt rémunéré par l'augmentation du produit de la vigne.

» Or l'analyse indique, pour cette terre basaltique, une proportion égale à 0,89 pour 100 de potasse, de simples traces d'acide phosphorique, peu de chaux (0,60) et 9,37 d'oxyde de fer. Il semble donc que la brèche de Saint-Adrien doive présenter des qualités au moins égales à celles de cette terre, comme amendement.

» Si l'expérience confirme ces prévisions, fondées à la fois sur l'analyse et sur les premiers résultats observés, l'emploi de semblables roches pourra sans doute se généraliser en France; car il n'est pas douteux qu'il existe d'autres gisements analogues et contenant les mêmes principes de fertilité, non seulement dans le département de l'Hérault, mais aussi dans les vastes régions volcaniques de l'Auvergne, du Vivarais, du Velay et des monts d'Aubrac. »

CHIMIE MINÉRALE. — *L'acide borique, son existence dans les lacs salés de la période moderne et dans les eaux salines naturelles.* Deuxième Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« Dans un Mémoire sur l'origine et le mode de formation de l'acide borique, publié il y a quatre ans (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XII), j'indiquais, comme fait nécessaire, si mon point de départ était vrai, l'existence de l'acide borique dans les lacs salés et dans les eaux minérales salines. Moins d'une année après la publication de ce Mémoire, M. Durwell découvrit l'acide borique en Algérie, exactement dans les conditions prévues (*Bulletin de la Société chimique*, t. XXIX, p. 481). Depuis lors j'ai réuni un grand nombre de documents nouveaux et j'ai examiné avec soin, en particulier, trois eaux salées de la région de Biskra : eau de Chatma ; eau de la Fontaine chaude, eau du lac. Le spectre de l'acide borique apparaît d'une façon brillante avec le résidu de l'évaporation de 50^{cc} de l'eau de Chetma, avec celui de l'évaporation de 5^{cc} de l'eau de la Fontaine chaude, et avec moins d'une goutte de l'eau du lac. Les efflorescences salines de la même région renferment également de l'acide borique.

» *Eaux salines.* — Au point de vue géologique, les substances salines se montrent dans quatre conditions géologiques très différentes : 1° associées à des roches incontestablement ignées : exemple, la Toscane; 2° en relation avec des roches serpentineuses et des dégagements gazeux : exemple, l'Engadine; 3° en relation avec des roches serpentineuses et ophitiques, mais sans dégagements gazeux : exemple, les Pyrénées; 4° intercalées dans des terrains très souvent calcaires, presque toujours incontestablement stratifiés et loin de toute manifestation éruptive quelconque : exemple, le sud-est de la France, le Jura, une partie des Alpes, etc.

Premier type. — Ce premier type est surtout caractérisé en Toscane. C'est à l'existence des phénomènes volcaniques existant encore aujourd'hui dans cette région qu'est due surtout cette idée que les substances salines des terrains sédmientaires sont d'origine éruptive, et que l'acide borique, en particulier, est amené des profondeurs du globe par des forces volcaniques.

» Laissant, pour le moment, la Toscane, qui ne peut me fournir d'arguments directs, j'ai examiné les eaux mères des salines de la Sicile. Toutes renferment de l'acide borique. Il est vrai que beaucoup de savants admettront aussi, pour cet acide borique de la Sicile, une origine éruptive, puisqu'ils admettent la même origine pour les soufres de cette île; et cependant ces soufres proviennent de la réduction de l'acide sulfurique des gypses, et ceux-ci

se sont déposés dans les estuaires des mers tertiaires, à une époque où il n'existait en Italie, ni Vésuve, ni Etna, ni manifestations volcaniques en Toscane.

» Deuxième type. — Les eaux salines de l'Engadine renferment de l'acide borique en quantités notables. Le spectre de l'acide borique apparaît, de la manière la plus nette, avec le résidu de 10^{cc} de l'eau naturelle de Tarasp.

» Il existe aussi dans l'eau de Saint-Moritz; cette eau n'est plus à proprement parler une eau saline, mais l'étude de son bassin hydrologique m'a montré qu'elle était en relation certaine avec les assises salifères du trias.

» Troisième type. — Eaux-mères de Salies en Béarn : ces eaux, résidu de la fabrication industrielle du sel, sont tellement riches en acide borique, qu'une goutte est plus que suffisante pour donner le spectre de l'acide borique. Les sources principales de Salies seules font sortir du sol plus de 400^{kg} d'acide borique par an.

» J'ai examiné ensuite les eaux salées de Dax, de Pouillon, de Gaujac, de Briscous, d'Oraas, d'Aucille, de Camarade. Les eaux mères obtenues à l'aide de ces eaux naturelles sont aussi riches en acide borique que celles de Salies.

» Quatrième type. — J'ai pris ici comme point de départ les eaux-mères de Salins (Jura) et de Montmorot, parce qu'elles sortent au milieu d'une région sédimentaire absolument normale, dans laquelle l'action des forces éruptives ne s'est jamais manifestée sous aucune forme, ni de près ni de loin. Les eaux mères de Salins et de Montmorot, un peu moins concentrées que celles de Salies, sont aussi riches qu'elles en acide borique; une seule goutte suffit pour déterminer l'apparition nette du spectre de l'acide borique.

» *Eaux minérales du sud-est de la France.* — J'ai étudié non seulement les eaux minérales connues de Digne et de Gréoulx, mais d'autres eaux, en grand nombre, complètement inconnues et cependant très dignes de l'être, comme celles de Castellane par exemple. Toutes ces eaux renferment de l'acide borique, quelques-unes en quantité notable.

» *Eaux d'Uriage.* — Ces eaux célèbres sont exceptionnellement riches en acide borique; le résidu laissé par l'évaporation de 10^{cc} est une quantité plus que suffisante pour donner, d'une façon brillante, le spectre de l'acide borique.

» *Eaux de Birmenstorff* (Suisse). — Elles sont aussi riches en acide borique que celles d'Uriage.

» *Eaux de Wildegg.* — De toutes les eaux naturelles que j'ai examinées, celle de Wildegg est la plus riche en acide borique; le résidu de 10^{cc} de cette eau permet de faire apparaître plusieurs fois le spectre de l'acide borique.

» J'ai encore examiné deux autres eaux minérales célèbres, celles de Friedrichshall et celle de Hombourg; voici pourquoi : ces deux eaux se minéralisent dans le terrain salifère le plus typique, mais en même temps ce terrain est traversé par des roches dont l'origine volcanique ne semble pas douteuse; il y avait, dès lors, un grand intérêt à savoir si l'arrivée de ces roches avait influé sur la richesse en acide borique des terrains traversés.

» L'eau de *Friedrichshall* m'a donné des proportions tout à fait exceptionnelles d'acide borique; mais, pour les raisons exposées dans mon Mémoire, l'eau sur laquelle j'ai expérimenté me semble être un produit additionné d'eau mère artificielle.

» L'eau de *Hombourg*, au contraire, est relativement pauvre en acide borique; elle en renferme plus de cinq fois moins que les eaux d'Uriage, de Birmenstorff et de Wildegg.

» De l'ensemble des faits exposés dans mon Mémoire, et résumés autant qu'il m'a été possible dans ce qui précède, résulte la conclusion suivante :

» Les terrains salifères sont relativement riches en acide borique, et, à ce point de vue, ils sont hors de toute comparaison avec les terrains sédimentaires non salifères. Sous ce rapport, il n'y a pas la moindre différence entre les terrains salifères, qui ont été ou sont encore soumis à l'action des forces volcaniques, et ceux qui sont toujours restés absolument en dehors de leur action.

» En rapprochant ce résultat général de celui que j'ai fait connaître en 1877, la concentration de l'acide borique dans les estuaires des mers modernes, à mesure que les eaux s'évaporent, on arrive à cette conclusion définitive :

» L'acide borique existant dans les terrains sédimentaires, *toujours associé à des substances salines, a absolument la même origine qu'elles;* comme elles, il provient de l'*évaporation spontanée,* à la température ordinaire, des eaux des anciennes mers. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la température extraordinaire de juillet* 1881. Note de M. É. Renou.

« Depuis ma Note de lundi dernier, il s'est produit autour de Paris une température tout à fait extraordinaire : nous avons eu, le 19 juillet, à l'observatoire du Parc, 38°,4. Ce maximum mérite qu'on s'y arrête et qu'on insiste sur la manière dont il a été obtenu.

» Dès 10^h du matin, une température de 33° indiquait un maximum très élevé, vers 3^h. J'envoyai mon premier aide, M. Cœurdevache, sur le plateau, à l'est du parc, à 1^{km} à l'est de Chenevières, à l'altitude de 109^m (état-major). Les observations y ont été faites au thermomètre-fronde, à l'ombre d'ormes qui bordent la route.

» A l'observatoire, j'ai suivi pendant plusieurs heures la progression de la température d'une manière presque continue. La température la plus élevée a été lue directement à $2^h 40^m$; elle a atteint 38°,4 sous l'abri formé de toiles cirées, sans arbres. Le thermomètre-fronde a donné exactement le même chiffre. A l'ancien observatoire, où les observations ont été faites pendant sept ans, de juin 1873 à juin 1880, le maximum, au thermomètre

à maximum à bulle d'air, a été également 38°,4. J'ai vérifié mon thermomètre-fronde ces jours derniers, à 31°-32°, au moyen de deux étalons à échelle arbitraire de construction ancienne.

» Un thermomètre à boule noircie, de $0^m,01$ de diamètre, placé dans un globe de verre plein d'air, de $0^m,10$ de diamètre, au haut de la tourelle, à 12^m au-dessus du sol, a marqué, à 2^h, 52°,1, celle de l'air à l'ombre étant, en bas, 37°,2.

» M. Cœurdevache a trouvé sur le plateau le maximum 37°,9 à $2^h 45^m$; ainsi 0°,5 de moins qu'à l'observatoire pour une élévation plus grande de 60^m. C'est exactement ce qu'on trouve à pareille heure dans les temps chauds de l'été.

» Le vent de nord-est, faible le matin, a passé sud dès 10^h et est devenu modéré dans la journée. Les nuages, qui se voyaient isolément et au loin dès le matin, ont occupé la moitié du ciel dès 2^h; c'étaient des cumulus venant les uns sud-sud-ouest, les autres sud-ouest. A 3^h, le ciel était orageux à l'horizon, surtout au nord-ouest. Le vent a passé tout à coup, à cette heure, au nord-ouest modéré; une poussière considérable a alors couvert la campagne; bientôt on a entendu le tonnerre. Il a plu de 4^h à 5^h, mais il n'est tombé que $2^{mm},7$ d'eau ($3^{mm},0$ à l'ancien observatoire). A 5^h, la température était tombée à 21°,6; elle s'était donc abaissée de près de 17° en quelques heures. Le soir, le ciel s'est éclairci et le vent est revenu au nord-est. Le baromètre a baissé de quelques millimètres au-dessous de la moyenne.

» La température s'est donc élevée d'une manière incontestable à 38°,4, c'est-à-dire à un degré qu'on n'a jamais éprouvé à Alger, aux Antilles et à Cayenne.

» Dans des positions différentes, on a pu obtenir des chiffres différents. Dans beaucoup de rues de Paris, comme dans les endroits à l'abri du Soleil et du vent, on a pu trouver moins. Dans les bas-fonds, on aurait trouvé davantage. C'est ce que nous avons constaté à l'Observatoire, où existe une seconde station à un niveau plus bas de 10^m; le maximum y a été 39°,5. Les minima sont bien plus bas qu'à la station principale. En été, les moyennes diurnes sont un peu plus élevées dans la station basse que dans la station haute; en hiver c'est le contraire, et au bout de l'année les moyennes sont identiques. C'est ce que l'on trouve partout, avec une installation convenable, loin des villes, des maisons et des murailles. »

M. **Choné** adresse une Note intitulée « Réflexions sur la comète ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

ERRATA.

(Séance du 27 juin 1881.)

Page 1478, ligne 8, *au lieu de* une période de 174 ans, *lisez* une correction de — 174 ans.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er AOUT 1881.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN, VICE-PRÉSIDENT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Seconde Note sur la formation des queues des comètes;* par M. FAYE.

« Comme les grandes comètes n'apparaissent que de loin en loin, les astronomes ne s'en occupent guère que d'une manière intermittente ; aussi voit-on, à chaque nouvelle comète, reparaître de vieilles erreurs qu'on croyait oubliées, disparues, et il faut se remettre à l'œuvre pour en débarrasser de nouveau le terrain scientifique.

» Les esprits éminents qui se sont donné la tâche de vulgariser la science, les Herschel, les Arago, les Delaunay, n'ont guère traité sérieusement ces questions. Herschel II se figure que la queue d'une comète tient à son noyau, balaye l'espace et est brandie (*brandished*) comme quelque chose de rigide, par la comète circulant autour du Soleil. Arago dit quelque part : *Cependant la science a progressé, car on sait aujourd'hui que la plupart des queues des comètes sont des cônes ou des cylindres creux.* Delaunay se borne à dire : *On a souvent remarqué que la queue d'une comète est dirigée précisément suivant le prolongement du rayon vecteur du noyau. Jusqu'à présent, aucune considération théorique n'a pu rendre compte de cette particularité.*

» Et pourtant, il y a deux cents ans que Kepler, Hooke et surtout Newton ont donné l'explication que Delaunay réclame. Le troisième Livre des *Principes*, si pieusement étudié en Angleterre, aurait dû épargner à Herschel II les doutes qu'il a exprimés dans ses admirables *Esquisses astronomiques*.

» Il semble donc, à en croire ces auteurs, si justement accrédités pour les autres branches de la science, que la science laisse, sur ces questions, le champ libre à toutes les conjectures. Aussi le public, à l'aspect de ce panache gigantesque que les comètes semblent porter avec elles, et qu'on ne lui explique pas, le public, voire même des investigateurs distingués, se dit-il qu'il lui faudrait des vitesses inimaginables pour suivre la comète dans son mouvement; car on ne doute pas qu'il ne fasse corps avec elle comme le sabre qu'on tient à la main et qu'on brandit en l'air. On en conclut, comme Cardan il y a trois siècles, et bien d'autres après lui, même de nos jours, que cet appendice ne saurait être matériel, mais un simple jeu de lumière dû aux rayons du Soleil traversant la tête de la comète et excitant derrière elle un milieu plus ou moins éthéré.

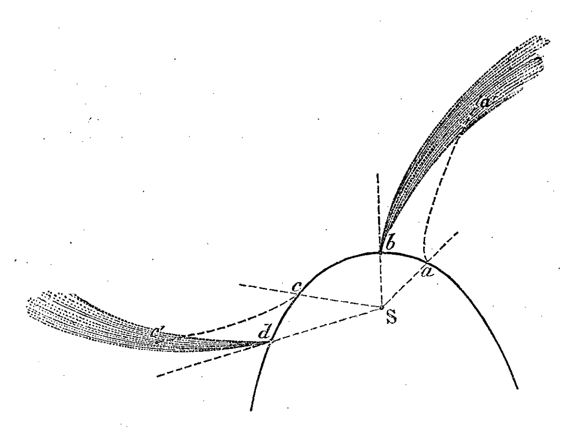
» Il y a deux siècles que ces fantaisies auraient dû disparaître avec l'erreur qui semble la motiver. Voici ce que disait le géomètre Hooke, contemporain et parfois émule de Newton : ..... *Il est arrivé, ainsi, que la plupart de ceux qui ont traité particulièrement des comètes ont expliqué leurs queues, non par des matières issues de la tête, mais par un certain concours des rayons solaires qui traversent la tête et s'y réfractent... Mais, en examinant ce qui doit se passer ainsi, suivant eux, par voie de réflexion ou de réfraction, on reconnaît aisément que les résultats ne sont nullement d'accord avec les phénomènes, et que cette explication ne saurait satisfaire un investigateur sérieux.*

» Et voici la construction de Newton :

» Sur la figure ci-jointe, la comète décrit autour du Soleil S son orbite *abcd*. On y a représenté la queue dans deux positions *b* et *d*. Ce qui frappe le public, c'est que, pour balayer l'espace de *ba'* en *dc'*, il faudrait supposer à l'extrémité de la queue une vitesse inimaginable. Le public et même des savants distingués s'imaginent en effet que cette queue s'est transportée de toutes pièces de *ba'* en *dc'*.

» C'est une erreur : la queue *dc'* ne possède plus une seule particule de la queue *ba'*, de même que le panache de fumée d'un paquebot, arrivé du Havre à New-York, n'est plus du tout composé des molécules charbonneuses qui le formaient au point de départ. La molécule *a'* a été émise par la tête de la comète lorsque celle-ci se trouvait en *a*; cette molécule *a'* se meut autour du Soleil en vertu de la vitesse que la comète possédait en *a*

et de la force centrale répulsive du Soleil; elle parcourt donc, indépendamment des autres molécules, une orbite particulière, en général une branche d'hyperbole dont le foyer est en S, mais qui tourne vers S sa convexité. Elle va se perdre dans l'espace à peu près dans la direction *aa'* et n'a plus rien de commun avec la comète, si ce n'est cette particularité que



l'aire décrite par son rayon vecteur, en un temps donné, est la même que l'aire décrite dans le même temps par le rayon vecteur de la comète lorsqu'elle était en *a*.

» En *d*, la queue est formée par les particules émises par le noyau, lorsqu'il parcourait l'arc *cd*, la plus éloignée de la tête étant toujours la plus anciennement émise. L'orbite hyperbolique des molécules émises en *c* est *cc'*; la tranche qu'elles forment vient se placer en *c'* à la date *d*, en attendant qu'elle aille se perdre dans l'espace infini. Si la série de ces tranches forme une figure régulière, malgré l'indépendance respective de leurs mouvements, c'est par la même raison qu'un panache de fumée au-dessus d'un paquebot affecte une figure géométrique.

» La queue, comme le panache de fumée, n'est que l'enveloppe géométrique des positions que ces diverses émissions successives occupent à un moment donné dans l'espace. Elle ne tient en rien à la comète dont la sphère d'attraction est excessivement étroite, et restreinte aux couches qui entourent immédiatement le noyau.

» Telle est la construction fort simple qu'a donnée Newton, il y a deux siècles, à cette différence près que Newton a remplacé nos branches d'hyperboles, convexes vers le Soleil, par de simples droites (1). M. Arago, plus atten-

(1) Les trajectoires des matériaux abandonnés par la comète et chassés par le Soleil

tif à la partie physique des choses qu'à la partie géométrique, a été frappé de l'insuffisance de l'hypothèse que Newton avait dû imaginer pour éviter de reconnaître dans le ciel une autre force que son attraction et n'a pas vu que l'explication géométrique, du moins, était complète. Quant à M. Delaunay, dont les grands travaux sur la théorie de la Lune font honneur à notre pays, il ne traitait ces questions-là que sur des documents de seconde main.

» Laplace lui-même, qui a étudié si profondément la constitution des atmosphères des planètes, a tenu ces questions à l'écart : on dirait qu'il y avait pressenti l'intervention d'une force importune dont il ne voyait pas le rôle dans la *Mécanique céleste*.

» Cette émission abondante du noyau cométaire est manifestement due à la chaleur du Soleil; elle s'opère en faisceau conique vers cet astre, mais bientôt elle s'évase, s'infléchit sur les bords comme le calice des fleurs cyathiformes auquel je l'ai comparée, et rebrousse rapidement chemin sous l'influence d'une force visiblement répulsive.

» Ainsi la queue d'une comète, comme le panache de fumée d'un paquebot, se perd continuellement par un bout dans l'espace, et se renouvelle continuellement par l'autre, c'est-à-dire par le bout où est le noyau. Mais la comparaison ne doit pas aller plus loin : la courbure, en arrière du rayon vecteur, n'est pas due, comme celle d'une colonne de fumée marchant dans un air immobile, à la résistance d'un milieu quelconque; elle s'explique par la construction géométrique que nous venons de donner.

» Disons maintenant un mot des phénomènes qui nous permettent d'assigner à la force répulsive du Soleil ses caractères principaux.

» Si la gravitation existait seule, la comète n'en subirait pas moins une sorte de fusement en s'approchant du Soleil. Notre savant Correspondant, M. Roche, a montré qu'il y aurait alors deux émissions opposées tendant à former deux sortes de queues, l'une vers le Soleil, l'autre en sens contraire. On sait que la première n'existe pas. Son analyse était donc en défaut, mais sur un seul point : il n'avait pas tenu compte de la force répulsive. Ayant bien voulu, à ma demande, l'introduire dans ses équations avec le caractère principal que je lui avais donné, il eut la satisfaction de voir disparaître la queue dirigée vers le Soleil et d'obtenir dès lors, pour les atmosphères cométaires, des figures bien plus con-

---

peuvent être aussi des ellipses ayant leur foyer en S et une courbure moindre que celle de l'orbite, ou, comme cas très particulier, de simples droites.

formes à la réalité. Il y a plus, l'intensité de la force répulsive croissant avec la légèreté spécifique des matériaux sur lesquels elle agit, son action doit avoir pour effet d'y opérer une sorte de triage, de former plusieurs queues distinctes, d'autant moins courbées que leurs matériaux sont plus légers. L'histoire des comètes en présente des exemples frappants; mais dans ces derniers temps, grâce à la puissance des instruments actuels, on a reconnu que ce fait de la multiplicité des queues n'est pas un phénomène rare, mais plutôt un trait constant pour toutes les comètes, le cas de l'homogénéité, et par suite d'une queue unique, étant l'exception. Or il est incontestable que les matériaux les plus légers, les moins brillants, sont repoussés avec une intensité bien supérieure à celle de la gravitation. L'analyse de Bessel a permis d'assigner, en beaucoup de cas, la valeur numérique de leur accélération.

» Toutes ces queues sont plates et vont en s'élargissant; leurs axes diversement recourbés sont tous situés dans le plan de l'orbite. Prenons la plus brillante et décomposons-la en tranches de plus en plus éloignées. Ces tranches sont toutes percées d'un trou central obscur; la succession de ces trous forme une longue traînée noire qui semble au premier coup d'œil être l'ombre que le noyau projette derrière lui. Cependant, il n'y a pas à s'y tromper : cette traînée est démesurément plus longue que l'ombre possible du noyau opaque; elle est, d'ailleurs, courbe comme la queue elle-même. En voici un admirable spécimen, que j'emprunte aux beaux dessins de la comète de Donati, exécutés par M. Bond. Elle est due à un manque de matière éclairée par les rayons du Soleil, et cette absence de matière ne se produit que parce que la force répulsive est arrêtée par le noyau comme par un écran. Si elle traversait le noyau comme le fait l'attraction solaire, l'émission postérieure remplirait le vide, et la traînée obscure, que nous avons tous si souvent observée, n'existerait pas. Je n'insisterai pas davantage sur ces caractères, tous déduits des faits ou de leur analyse : je renverrai pour le reste le lecteur aux Mémoires de M. Plana et à mes publications antérieures dans les *Comptes rendus*. Je me borne à ajouter que ce mode de procéder, qui consiste à étudier, par l'observation et le calcul, les caractères des forces de la nature, en dehors de toute enquête sur leur essence ou sur leur cause première, est celui qui a porté la Mécanique céleste au plus haut point de perfection. Quant aux physiciens qui veulent aller plus loin, ils doivent sans doute agencer, avant tout, leurs hypothèses de manière à n'être pas en contradiction avec les faits. Je serai le premier à applaudir à leurs efforts s'ils aboutissent à un

résultat quelconque susceptible d'être contrôlé par l'observation ou le calcul. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la représentation d'un nombre ou d'une forme quadratique par une autre forme quadratique;* par M. C. JORDAN.

« XV. Le problème général de la transformation d'une forme quadratique en une autre du même nombre de variables se ramène immédiatement au cas particulier de l'équivalence, dont nous avons donné la solution.

» Soient, en effet, F et G les deux formes données, D et Δ leurs discriminants, S une substitution à coefficients entiers qui transforme F en G. Son déterminant δ sera donné, au signe près, par la relation connue

$$D\delta^2 = \Delta.$$

» On sait d'ailleurs que S peut être mis (d'une seule manière) sous la forme TU, U désignant une substitution à coefficients entiers et de déterminant 1, et T une substitution de la forme

$$\begin{vmatrix} \alpha_{11} & 0 & 0 & \dots \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} & 0 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \dots & \alpha_{nn} \end{vmatrix}$$

à coefficients entiers et limités par les relations

$$\alpha_{11}\alpha_{22}\dots\alpha_{nn} = \delta, \quad \alpha_{kl} = 0 \quad \text{si } k < l;$$
$$\frac{\alpha_{kl}}{\alpha_{ll}} = p_{kl} + iq_{kl} \quad \text{si } k > l \quad (p_{kl} \text{ et } q_{kl} \text{ étant } > -\tfrac{1}{2}, \text{ mais } \overline{\overline{<}}\, \tfrac{1}{2}).$$

» Cela posé, la relation $G = FS = FTU$ montre que G est équivalent à FT.

» Pour obtenir les transformations de F en G, il faudra donc donner à T les diverses valeurs T_1, T_2, ... en nombre limité dont il est susceptible, puis chercher successivement les substitutions de déterminant 1 qui transforment chacune des formes FT_1, FT_2, ... en G.

» XVI. On peut ramener également au problème de l'équivalence la recherche des représentations d'une forme à m variables par une forme à n variables, m étant $< n$ (si $m = 1$, cette question se réduit à celle de représentations des nombres).

» Considérons, pour fixer les idées, les représentations d'une forme binaire $F(X, Y)$ par une forme quaternaire $f(x, y, z, u)$.

» Soient

$$x = m_1 X + n_1 Y, \quad y = m_2 X + n_2 Y, \quad \ldots, \quad u = m_4 X + n_4 Y$$

une des représentations cherchées; δ le plus grand commun diviseur des déterminants $m_1 n_2 - m_2 n_1, \ldots$; D et d les discriminants de F et de f (supposés différents de zéro). On verra sans difficulté que D *est nécessairement un multiple de* δ^2. Donc δ ne sera susceptible que d'un nombre limité de valeurs.

» Ce point établi, posons

$$(1) \quad \begin{cases} x = m_1 X + n_1 Y + p_1 Z + q_1 U, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ u = m_4 X + n_4 Y + p_4 Z + q_4 U, \end{cases}$$

les entiers p, q étant choisis de telle sorte que le déterminant de la substitution se réduise à δ. Il viendra

$$f(x, y, z, u) = G(X, Y, Z, U),$$

G étant une forme de discriminant $d\delta^2$ qui se réduit à $F(X, Y)$ pour $Z = U = 0$.

» A chaque représentation de F correspondant à une valeur donnée de δ correspondront autant de transformations de f en une forme de l'espèce G qu'il y a de manières de choisir les entiers p, q.

» Cherchons le lien de ces transformations.

» Soit

$$(2) \quad \begin{cases} x = m_1 X' + n_1 Y' + p'_1 Z' + q'_1 U', \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ n = m_4 X' + n_4 Y' + p'_4 Z' + q'_4 U' \end{cases}$$

une seconde transformation, et soit $G'(X', Y', Z', U')$ la transformée de f correspondante.

» Les équations (1) et (2) donneront, pour X, Y, Z, U en fonction de X', Y', Z', U', des expressions de la forme

$$(3) \quad \begin{cases} X = X' + \dfrac{a_1 Z' + b_1 U'}{\delta}, & Z = \dfrac{a_3 Z' + b_3 U'}{\delta}, \\[2ex] Y = Y' + \dfrac{a_2 Z' + b_2 U'}{\delta}, & U = \dfrac{a_4 Z' + b_4 U'}{\delta}, \end{cases}$$

où les a, b sont des entiers tels que l'on ait $a_3 b_4 - a_4 b_3 = \delta^2$, et l'on aura par cette substitution,

$$G(X, Y, Z, U) = G'(X', Y', Z', U').$$

» Réciproquement, des relations (1) et (3), on déduira des relations de la forme (2), où les coefficients p', q' seront, en général, des fractions ayant δ pour dénominateur, mais pourront être entiers si les quantités a_1, ..., b_4 (mod. δ) sont convenablement choisies.

» XVIII. Nous dirons que deux formes de l'espèce G appartiennent à la même famille, si elles sont transformables l'une dans l'autre par une substitution de la forme (3).

» Le nombre de ces familles est limité, chaque famille contenant une forme réduite dont tous les coefficients sont limités en fonction de D et de d.

» En effet, la forme G, se réduisant à F(X, Y) pour Z = U = 0, pourra se mettre sous la forme

$$G = F\left(X + \frac{\lambda_1 Z + \mu_1 U}{D}, \quad Y + \frac{\lambda_2 Z + \mu_2 U}{D}\right) + \frac{\psi(Z, U)}{D},$$

ψ étant une fonction quadratique de déterminant $Dd\delta^2$.

» Les valeurs de λ_1, μ_1, λ_2, μ_2 et des coefficients de ψ s'obtiendront en identifiant les deux membres de cette équation, et l'on voit aisément qu'elles seront entières.

» Cela posé, effectuons sur G la substitution

$$\begin{aligned} X &= X' + \alpha_1 Z' + \beta_1 U', & Z &= \alpha_3 Z' + \beta_3 U', \\ Y &= Y' + \alpha_2 Z' + \beta_2 U', & U &= \alpha_4 Z' + \beta_4 Z', \end{aligned}$$

où $\alpha_3\beta_4 - \alpha_4\beta_3 = 1$, laquelle substitution rentre dans la forme (3).

» On pourra déterminer α_3, β_3, α_4, β_4, de manière à transformer ψ en une réduite ψ' à coefficients limités en fonction de $Dd\delta^2$, puis déterminer α_1, β_1, α_2, β_2 de telle sorte que les coefficients correspondants dans la transformée à λ_1, μ_1, λ_2, μ_2 aient leur norme au plus égale à $\frac{1}{2}$ND. Cela fait, la transformée Γ aura tous ses coefficients limités.

» XIX. Il y a lieu de se demander si les formes réduites en nombre limité ainsi obtenues peuvent être transformées les unes dans les autres par des substitutions de l'espèce (3), et de déterminer ces substitutions. Par des considérations analogues à celles que nous avons exposées dans nos précédentes Communications, on arrive au résultat suivant :

» *Toute substitution de l'espèce* (3), *qui transforme une réduite* Γ *en une réduite* Γ′, *est un produit de substitutions de même espèce, à coefficients limités, dont la première transforme* Γ *en* Γ′, *chacune des suivantes transformant* Γ′ *en elle-même.*

» On pourra donc, par un nombre limité d'essais, construire les diverses réduites Γ, Γ′, ...; puis reconnaître si plusieurs d'entre elles appartiennent à une même famille, auquel cas on les supprimerait, à l'exception d'une seule, que l'on conservera comme caractéristique de la famille. Enfin, on déterminera les substitutions de l'espèce (3), qui transforment chacune des réduites restantes en elles-mêmes.

» XX. Cela posé, à chaque transformation de F en l'une des réduites restantes Γ, Γ′, ... correspondra évidemment une représentation de F par f.

» Réciproquement, à toute représentation de F par f correspondra une transformation de F en une forme G; et, en modifiant les coefficients p, q, ce qui revient à opérer sur la transformée G une substitution de l'espèce (3), on en déduira un système de transformation de F en chacune des formes de la même famille que G, et notamment des transformations de F en la réduite Γ caractéristique de cette famille. On aura, d'ailleurs, autant de transformations différentes de F en Γ, correspondant à la représentation donnée, qu'il existe de substitutions de l'espèce (3) qui transforment Γ en elle-même. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une modification de la lampe électrique;* par M. **Jamin**.

« Aussitôt qu'il eut découvert l'arc électrique, Davy le plaça dans le vide et reconnut : 1° que sa longueur est augmentée; 2° que les charbons ne s'usent plus. Depuis cette époque, diverses personnes ont essayé d'enfermer leurs appareils dans l'air confiné, mais jamais, à ma connaissance, dans des vases hermétiquement clos, ni au milieu de gaz sans action sur les charbons rougis. Cela tenait sans doute aux difficultés de l'expérience, à cause de la dimension des régulateurs. La lampe que j'ai fait connaître à l'Académie, pouvant être réduite à de très petits volumes, peut être placée soit dans le vide, soit dans des gaz inertes, au milieu de globes entièrement fermés. Voici le résultat des expériences que j'ai exécutées sur ce point.

» Parmi les gaz qui n'ont pas d'action sur les charbons, on peut citer l'azote, l'acétylène, l'oxyde de carbone, le gaz des marais et probablement

le sulfure de carbone. La plupart des autres sont décomposés. Ainsi, la vapeur d'eau donne de l'oxyde de carbone et de l'acétylène, l'acide carbonique double son volume et se change en oxyde de carbone, les carbures d'hydrogène, et en particulier la vapeur de pétrole, se décarburent, donnent naissance à des filaments de coke qui réunissent les pointes des charbons et font d'un appareil à arc un brûleur par incandescence.

» L'air offre un intérêt particulier. On voit tout d'abord le vase se remplir de vapeurs rutilantes par la combinaison, sous l'influence électrique, de l'oxygène et de l'azote. Mais ce composé se détruit bientôt et le gaz redevient incolore; il est évident que l'acide hypoazotique, après avoir pris naissance sous l'influence électrique, est à son tour décomposé pour fournir de l'oxygène au charbon. Finalement, il ne reste que de l'azote et de l'oxyde de carbone.

» Pendant ce temps, l'arc électrique subit des modifications correspondantes. Tant qu'il y a des vapeurs rutilantes, il varie à la fois dans son intensité et dans sa couleur; on le voit monter et descendre le long des pointes. A mesure que le gaz se décolore, la flamme se fixe et change de teinte. Enfin, quand toutes les transformations chimiques sont accomplies, elle est réduite à un arc très net, bien étalé, d'un bleu verdâtre sans mélange d'autres couleurs. Mais ce qu'il faut surtout remarquer, c'est qu'elle prend une fixité absolue, sans aucune défaillance dans son intensité, ni variation dans sa couleur ou sa position. Jamais, dans aucun cas, je n'ai remarqué une aussi complète fixité qui entraîne nécessairement la même invariabilité, dans l'éclat des pointes; je crois que cette circonstance est de la plus haute importance, en ce qu'elle nous affranchit des irrégularités qu'on rencontre dans tous les charbons.

» Ce spectre est sillonné par une incroyable quantité de raies très fines et presque régulières qui en constituent le tissu très serré. En outre, il offre en ses diverses parties un éclat très inégal. On y remarque quatre grands maxima qui naissent brusquement du côté le moins réfrangible par une ligne très brillante, laquelle se répète ensuite à des distances égales en s'affaiblissant. Ces maxima sont dans le jaune vert, le vert, le bleu et le violet; ils restent seuls visibles quand la lumière diminue; on reconnaît alors le spectre de la flamme bleue de l'alcool ou du gaz, celui des gaz carburés traversés par l'étincelle de Ruhmkorff et enfin celui de la récente comète que M. Thollon venait justement d'étudier avec le même instrument : c'est le spectre électrique de la vapeur de charbon rendue incandescente sans brûler.

» Les choses se passent autrement dans l'air : le charbon brûle, l'arc est rouge et l'on voit se succéder à intervalles irréguliers le spectre précédent, et un autre qui est dû à la combustion et qui est tout à fait différent; il présente un splendide assemblage de raies éclatantes dues à la combustion des métaux que contient le charbon. Il est évident que dans un gaz inerte nous avons affaire à un phénomène simple, purement électrique, que l'arc est un courant, que nous pouvons le diriger et le maintenir invariablement aux pointes par des actions électromagnétiques : c'est pour cela que la lumière prend une si remarquable fixité. Dans l'air libre, au contraire, le phénomène est complexe. Il y a encore le courant que nous pouvons fixer, mais il y a aussi la combustion des charbons sur laquelle nous ne pouvons rien, qui varie d'un moment à l'autre par le défaut d'homogénéité des charbons et qui occasionne les oscillations qu'on reproche avec raison à la lumière électrique.

» Si l'on opère dans l'air confiné, on commence par observer le spectre de combustion; aussitôt que les transformations chimiques commencent, le spectre électrique apparaît; on ne les voit pas tous deux en même temps : ils se succèdent et se remplacent alternativement; peu à peu les durées du premier diminuent : elles s'allongent pour le second, qui finit par persister.

» Il est bien remarquable que dans les deux cas l'arc soit caractérisé par des spectres si dissemblables et que les oscillations de la lumière ne soient que l'indice du passage d'un spectre à l'autre.

» Ce qui doit nous intéresser encore davantage, c'est que les charbons cessant de brûler cessent aussi de s'user. Quand on opère dans l'air avec un courant moyen, on dépense environ $0^{m},16$ de bougie par heure, et, comme il y a cinq bougies de $0^{m},32$ par lampe, c'est une durée de dix heures, soit une nuit. Dans l'appareil fermé, à mesure que le gaz se transforme, l'usure décroît rapidement et se réduit jusqu'à $0^{m},002$ environ par heure. Chaque bougie dure cent soixante heures, chaque lampe huit cents heures ou quatre-vingts nuits de dix heures. On peut dire que la lampe électrique devient perpétuelle, qu'il suffira de remplacer les charbons quand il faudra la nettoyer, que la dépense des charbons est presque annulée, que leur qualité devient indifférente, que les soins journaliers sont supprimés et que la lumière acquiert une fixité jusqu'à présent inconnue; il faut ajouter que par ses qualités antérieures la lampe s'allume spontanément aussitôt que le courant est fermé.

» Dans la pratique il faut réduire autant qu'on le peut les dimensions du globe de verre qui contient le brûleur, empêcher avec le plus grand

soin l'air extérieur d'entrer pendant les refroidissements, tout en permettant au gaz intérieur de s'échapper pendant la fonction, ce à quoi on parvient au moyen d'une soupape. Quant aux dispositions de ces globes, on peut les varier à l'infini; celles que nous avons adoptées sont très simples. Tout est soutenu par un plateau métallique; un anneau fixé sur son contour avec des vis maintient un anneau de caoutchouc qui se replie sur la cloche et la soutient par la pression, s'élargit et laisse échapper l'air; pendant le refroidissement, il serre la cloche et la ferme. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches sur l'acide perchlorique;* par M. **Berthelot**.

« 1. La suite de mes recherches sur les oxacides de chlore et des éléments halogènes [1] m'a conduit à étudier la chaleur de formation de l'acide perchlorique : les résultats obtenus, non sans de grandes difficultés, mettent en évidence un certain nombre de faits chimiques nouveaux. Ils montrent en même temps comment la Thermochimie éclaircit les différences de stabilité et d'activité qui existent entre l'acide perchlorique pur et le même acide uni à une dose d'eau plus considérable.

» 2. On sait en effet, par les recherches de M. Roscoë principalement [2], qu'il existe plusieurs hydrates perchloriques, savoir : l'acide monohydraté proprement dit, ClO^8H; un hydraté cristallisé, $ClO^8H, 2HO$, et un hydrate $ClO^8H, 4HO$, volatil vers 200° et en partie dissociable dans les conditions même de sa distillation. J'ai reproduit ces expériences et j'ai même réussi à obtenir le premier acide sous la forme cristallisée. Il suffit de prendre l'acide liquide, lequel contient quelques centièmes d'eau excédante et de le placer dans un mélange réfrigérant. L'acide cristallise; on décante l'eau mère. On le laisse se liquéfier, on le fait cristalliser de nouveau, et on obtient ainsi finalement un acide fusible vers + 15°, point de fusion probablement encore trop peu élevé. J'en ai vérifié la composition par l'analyse. C'est un corps excessivement avide d'eau, et qui répand à l'air d'épaisses fumées.

» 3. La dissolution de l'acide monohydraté liquide, ClO^8H, dans cent fois son poids d'eau à 19°, dégage : $+ 20^{Cal}, 3$.

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V, p. 338 (acide hypochloreux); t. X, p. 377 (acide chlorique et chlorates); t. XIII, p. 18 (acides bromique et hypobromeux); et p. 20 (acide iodique et iodates).

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXI, p. 346; 1861.

» L'expérience est assez délicate, à cause de la promptitude avec laquelle l'acide attire l'humidité pendant sa pesée, et à cause de la violence avec laquelle il réagit sur l'eau, au moment de l'essai calorimétrique.

» Le chiffre précédent est énorme; il surpasse la chaleur de dissolution de tous les acides monohydratés communs, étant plus que double, par exemple, de celui de l'acide sulfurique hydraté, SO^4H; il est à peu près égal aux chaleurs mêmes de dissolution des acides sulfurique anhydre (+ 18,7) et phosphorique anhydre (+ 20,8), les plus considérables qui soient connues jusqu'à présent; mais elles se rapportent à des corps anhydres. Le chiffre + 20,3 surpasse également les chaleurs de dissolution des hydracides, bien que ces dernières soient accrues de 6^{Cal} à 8^{Cal}, en raison de l'état gazeux des hydracides.

» Cette énorme chaleur d'hydratation de l'acide perchlorique explique l'extrême différence qui existe entre les réactions de cet acide étendu d'eau, condition où il est à peu près aussi stable que l'acide sulfurique étendu, et les réactions de l'acide monohydraté, lequel enflamme le gaz iodhydrique et agit avec une violence explosive sur les corps oxydables. On y reviendra tout à l'heure.

» 4. L'acide perchlorique monohydraté se décompose spontanément, comme M. Roscoë l'a remarqué. D'abord incolore, il se colore en jaune, puis en rouge et en rouge brun, et finit par dégager des gaz, qui exposent à l'explosion des récipients : explosion d'autant plus à craindre, que le col des flacons à l'émeri ne tarde pas à être soudé, par suite de la formation des cristaux du second hydrate perchlorique.

» L'acide qui a éprouvé une décomposition partielle ne convient pas pour la mesure de la chaleur d'hydratation, laquelle devient de moins en moins considérable, par suite de la formation d'eau qui accompagne cette décomposition. Malgré cette formation d'eau, le titre acidimétrique de l'acide, rapporté au poids équivalent de l'acide perchlorique, ne baisse pas, et il peut même augmenter un peu en apparence, parce que les acides oxygénés inférieurs du chlore ont un équivalent moindre que celui de l'acide perchlorique. C'est une cause d'erreur qu'il importe de signaler.

» 5. Une décomposition analogue se produit sous l'influence de la chaleur et ne permet pas de redistiller l'acide perchlorique. Elle a lieu aussi dans les conditions mêmes de la préparation de l'acide perchlorique, au moyen du perchlorate de potasse et de l'acide sulfurique, comme le montre le dégagement incessant de chlore qui accompagne la distillation. L'acide monohydraté semble ne pouvoir être obtenu qu'à la condition d'être en-

traîné par un gaz : aussi ne l'obtient-on qu'en petite quantité. Ceci tient à ce que la décomposition de l'acide perchlorique dégage de la chaleur. Dans la préparation même de cet acide au moyen du perchlorate de potasse et de l'acide sulfurique concentré, la réaction, une fois provoquée par l'action d'une source extérieure de chaleur, continue d'elle-même, cette source étant écartée, et cela avec une violence susceptible parfois de donner lieu à une explosion; ceci prouve que la réaction est exothermique. En même temps, il se dégage du chlore et de l'oxygène, qui entraînent la vapeur perchlorique et en rendent la condensation difficile.

» 6. Donnons quelques détails sur les réactions oxydantes exercées par l'acide perchlorique. En solution étendue, cet acide n'est réduit par aucun corps connu. Ni l'acide sulfureux, ni l'acide sulfhydrique, ni l'acide hydrosulfureux ([1]), ni l'acide iodhydrique, ni l'hydrogène libre, ni le zinc en présence des acides, ni l'amalgame de sodium en présence de l'eau pure, acidulée ou alcaline, ni l'électrolyse, n'exercent d'action : l'acide perchlorique et les perchlorates dissous sont aussi stables que les sulfates eux-mêmes. Mais il en est tout autrement de l'acide monohydraté, parce qu'il dégage en plus les $+ 20^{Cal},3$ répondant à sa chaleur de dissolution. Les hydrates $ClO^8H + 4HO$ (liquide), même $ClO^8H + 2HO$ (cristallisé), dont la chaleur de dissolution s'élève seulement à $+ 5^{Cal},3$ pour le premier; à $+ 7^{Cal},7$ pour le second ([2]), ne paraissent guère plus actifs que l'acide étendu lui-même; d'après des dosages faits avec le gaz iodhydrique, le gaz sulfureux et l'acide arsénieux solide.

» L'acide perchlorique monohydraté se comporte tout autrement. Mis en présence des corps oxydables, tantôt il demeure presque inactif, à la façon de l'acide azotique mis en rapport avec le fer passif; tantôt il les attaque subitement et avec une violence explosive. Il enflamme le gaz iodhydrique, l'iodure de sodium (par suite de la formule préalable du même gaz); il attaque très énergiquement l'acide arsénieux, etc. Avec les corps hydrogénés, la formation de l'eau limite l'action, en transformant une partie de l'acide en hydrate supérieur. L'acide arsénieux n'offre pas ces inconvénients : il produit un oxychlorure intermédiaire entre ce corps et l'acide arsénique et que j'ai déjà signalé en parlant des déplacements réci-

---

([1]) J'ai spécialement vérifié par des pesées précises que cet acide, annoncé récemment comme capable de réduire les perchlorates, n'agit pas, en réalité, en dehors des petites quantités de chlorates que les perchlorates renferment souvent.

([2]) $+ 11,7$ environ dans l'état liquide.

proques de l'oxygène et des corps halogènes ([1]); je n'ai pas pu utiliser cette réaction pour les mesures calorimétriques, même en dissolvant les produits dans la soude, pour obtenir un état final bien défini. Mais on n'y réussit pas, à cause de la constitution incertaine de l'acide arsénique formé, laquelle offre des différences analogues à celle des divers acides phosphoriques. Il en résulte que la saturation de cet acide arsénique par la soude dégage beaucoup moins de chaleur que celle de l'acide arsénique normal, ce qui trouble tous les calculs.

» Je citerai seulement les chiffres suivants, qui montrent la multiplicité des modes simultanés de décomposition de l'acide perchlorique. $1^{gr},175$ de cet acide, en présence de l'acide arsénieux en grand excès, se sont répartis de la manière suivante :

» $0^{gr},246$ ont cédé tout leur oxygène (O^8) à l'acide arsénieux;

» $0^{gr},139$ se sont détruits en $HCl + O^8$;

» $0^{gr},145$ en $Cl + O^7 + HO$;

» $0^{gr},645$ ont été retrouvés inaltérés.

» Quelques milligrammes seulement avaient formé de l'acide chloreux, d'après un dosage spécial.

» 7. J'ai mesuré la chaleur dégagée par l'union de l'acide perchlorique avec diverses bases, à 18°.

$ClO^8H(1^{éq} = 6^{lit}) + NaO(1^{éq} = 6^{lit})$ dégage	$+14,25$
» $+ 2^eNaO$	$+0,07$
$ClO^8H(1^{éq} = 6^{lit}) + BaO(1^{éq} = 6^{lit})$	$+14,47$
» $+ 2^eBaO$	$+0,08$
$ClO^8H(1^{éq} = 6^{lit}) + AzH^3(1^{éq} = 4^{lit})$	$+12,90$
» $+ 2^eAzH^3$	$+0,00$

» La potasse dégage la même quantité de chaleur que la soude; mais les solutions ont été prises deux fois aussi étendues, afin d'éviter la précipitation du perchlorate.

» Ajoutons ici la chaleur de dissolution des perchlorates, d'après mes anciens essais :

ClO^8K absorbe	$-12,1$
ClO^8Na	$-3,5$
ClO^8Ba	$-0,9$

» Enfin, j'ai mesuré récemment :

ClO^8AzH^4 (1 partie + 40 parties d'eau) à 20°	$-6,36$

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XV, p. 211.

» 8. Calculons maintenant la chaleur de formation de l'acide perchlorique et des perchlorates, depuis leurs éléments. D'après les expériences qui seront citées dans le travail que j'ai fait en commun avec M. Vieille,

$Cl + O^8 + K = ClO^8K$ solide, dégage .... $+112^{Cal},5$

« De ce chiffre et des données précédentes, résulte :

$Cl + O^8 + H = ClO^8H$ liquide pur, dégage.....	$+ 19,1$
$Cl + O^8 + H +$ eau $= ClO^8H$ étendu..........	$+ 39,35$
$Cl + O^8 + K = ClO^8K$ dissous..............	$+100,4$
$Cl + O^8 + Na = ClO^8Na$ solide..............	$+100,2$; dis. $+96,7$
$Cl + O^8 + H^4 + Az = ClO^8H, AzH^3$ solide	$+ 79,7$

» 9. On tire de ces chiffres.

ClO^8H pur liquide	$= HCl$ gaz $+ O^8$, dégage....	$+2,9$
»	$= Cl + O^7 + HO$ gaz.......	$+9,9$; HO liq. $+14,9$
ClO^8H étendu	$= HCl$ étendu $+ O^8$........	nul
ClO^8H étendu	$= Cl$ gaz $+ O^7 + HO$ liquide...	$-4,9$

nombres qui rendent compte de la différence entre la stabilité de l'acide concentré et de l'acide étendu, ainsi que de la facile décomposition de l'acide concentré. On a encore

ClO^8K solide $= KCl$ solide $+ O^8$............	$-7,5$
ClO^8Na solide $= NaCl$ solide $+ O^8$...........	$-3,0$
ClO^8Ba solide $= BaCl$ solide $+ O^8$...........	$-1,1$

» Le changement d'un perchlorate solide en chlorure à la température ordinaire absorbe donc de la chaleur, c'est-à-dire qu'il ne saurait devenir explosif; tandis que le contraire arrive pour les chlorates, d'après mes mesures. Le signe du phénomène ne paraît pas d'ailleurs devoir changer avec l'élévation de la température, la chaleur spécifique moléculaire du perchlorate de potasse, par exemple (26,3), étant inférieure à la somme de celles du chlorure et de l'oxygène (33,9); c'est-à-dire que vers 400° l'écart serait accru de 3^{Cal} environ en valeur absolue.

» 10. Le changement du chlorate de potasse en perchlorate par la chaleur est dès lors exothermique, comme on aurait pu le prévoir.

$4ClO^6K = 3ClO^8K + KCl$, dégagerait, à la température ordinaire... $+ 63$

» Ceci est conforme d'ailleurs à la relation thermique déjà observée entre les hypochlorites et les chlorates, les derniers étant plus stables que les premiers, mais aussi formés avec une moindre absorption de chaleur.

» 11. Les relations thermiques montrent également que la décomposition du perchlorate d'ammoniaque doit être explosive, car

ClO^8H, AzH^3 solide $= Cl + O^4 + Az + 4HO$ liquide, dégage....... $+58^{Cal},3$
» » l'eau gazeuse......... $+38^{Cal},3$

Avec le sel fondu, on aura en plus la chaleur de fusion. C'est ce que l'expérience vérifie. En effet, le perchlorate d'ammoniaque chauffé fond d'abord, puis le liquide devient incandescent, en prenant la forme sphéroïdale; la perle brillante ainsi produite se décompose avec une extrême rapidité en chlore libre, oxygène et eau, avec production d'une flamme jaunâtre. Le sel ne détone cependant pas, du moins lorsqu'on opère sur une petite quantité. Ces phénomènes rappellent la décomposition de l'azotate d'ammoniaque (*nitrum flammans*), mais avec un peu plus d'intensité.

» 12. Nous avons remarqué plus haut combien est grande la chaleur de dissolution (+ 20,3) de l'acide perchlorique hydraté, ClO^8H, laquelle est plus que double de celles de tous les autres acides monohydratés et comparable à celles des acides anhydres les plus puissants. La grandeur des chaleurs dégagées se poursuit jusque dans les hydrates secondaires. Celle du deuxième hydrate

ClO^8H liq. $+ H^2O^2$ liq. $= ClO^8H, H^2O^2$ dégage, l'hydrate étant solide..... $+12^{Cal},6$

+ 8,6 environ, s'il est envisagé comme liquide.

» La formation du troisième hydrate

$ClO^8H, H^2O^2 + H^2O^2 = ClO^8H, 2H^2O^2$ liquide, dégage en plus... $+7,4$

valeur comparable à la chaleur de formation de l'hydrate sulfurique secondaire.

» Ces nombres viennent à l'appui de l'opinion qui regarderait les hydrates perchloriques comme le dernier indice du caractère quintibasique, reconnu dans l'acide periodique. Ces caractères ne se traduiraient plus que par la formation des hydrates, avec un grand dégagement de chaleur, l'acide perchlorique produisant seulement des sels monobasiques. J'ai déjà montré dans une autre série, RO^6H, comment on passe des acides chlorique et azotique, monobasiques, à l'acide phosphorique, tribasique, par l'acide iodique, qui offre certains caractères intermédiaires ([1]).

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, p. 313 et 314.

» On voit par ces développements comment la Thermochimie rend compte des propriétés caractéristiques des perchlorates et spécialement de l'opposition singulière qui existe entre les réactions oxydantes si énergiques de l'acide concentré et la grande stabilité de l'acide étendu. »

ANTHROPOLOGIE. — *Les voyages de Moncatch-Apé,* annotés par M. A. DE QUATREFAGES. (Extrait par l'auteur.)

« Depuis bien longtemps, dans mes Cours et ailleurs, j'ai cherché à montrer que les populations de l'extrême Orient connaissaient et fréquentaient, avant les Européens, certains points des côtes de l'Amérique septentrionale. Au nombre des arguments les plus sérieux à l'appui de cette opinion, j'ai toujours placé quelques-unes des particularités géographiques et anthropologiques consignées dans le récit d'un voyage accompli par un Indien Peau-Rouge, de la tribu des Yazoux, sur le Mississipi, nommé Moncatch-Apé, récit qui nous a été transmis par Le Page du Pratz, dans son *Histoire de la Louisiane*.

» Je crois avoir été le premier à appeler l'attention sur ce témoignage. Par cela même on pouvait penser que je m'en exagérais l'importance. Pour mettre chacun à même d'en juger, il m'a paru qu'il serait utile de réimprimer à part cette partie d'un livre assez difficile à se procurer, en ajoutant quelques remarques et les notes nécessaires pour en faire apprécier la valeur. Je ne donne ici qu'un très court extrait de ce travail.

» C'est pour remonter aux origines des Peaux-Rouges, pour retrouver la patrie première de sa race, que Moncatch-Apé entreprit ses voyages. Ses mobiles furent donc exactement les mêmes que ceux qui conduisirent au Thibet Alexandre Csoma, de Körös. Qui eût pensé que le savant et patriote Hongrois avait eu un précurseur chez les sauvages du Mississipi?

» Moncatch-Apé, partant des environs de Natchez, visita d'abord les côtes de l'Atlantique et le fleuve Saint-Laurent. Je ne dirai rien ici de cette première course.

» Revenu chez lui, notre voyageur se dirigea vers le Nord-Ouest et atteignit les bords de l'océan Pacifique. C'est là qu'il rencontra des hommes blancs, barbus et se servant d'armes à feu, qui n'étaient pas Européens.

» Ici se présentent plusieurs questions auxquelles il faut répondre avant de comprendre la signification et la portée de ce fait.

» Et d'abord le voyage de Moncatch-Apé a-t-il été réellement accompli ou bien n'est-il qu'une fable inventée par un sauvage cherchant à tromper

un Européen? On lève aisément cette première difficulté en comparant l'état de nos connaissances géographiques, à l'époque dont il s'agit, avec les renseignements fournis par le pionnier Yazou.

» Dans les premières années du XVIII^e siècle, les régions nord américaines, placées à l'ouest des Grands Lacs et du Mississipi, étaient inconnues. Le Missouri n'avait été remonté que sur une faible partie de son cours; on ignorait l'existence des montagnes Rocheuses; on ne savait absolument rien des fleuves qui pouvaient s'écouler dans le Pacifique; et, en réalité, pas davantage des côtes de cet océan, de leur position, de leur direction.

» MM. Maunoir et Ploix ont bien voulu mettre à ma disposition, avec un empressement dont je suis heureux de les remercier, les anciennes cartes conservées dans les dépôts de la Guerre et de la Marine. On y reconnaît sans peine que cette ignorance s'est prolongée bien après l'époque où Moncatch-Apé accomplissait ses voyages (avant 1720), bien après celle où Le Page les publiait (1758).

» En effet, la Colombia ne figure ni sur la carte de Delisle, dressée en 1722, ni sur celle qui fut tracée en 1750, d'après les documents qu'il avait laissés, ni sur une troisième édition des précédentes, rectifiée par d'Anville en 1774. Les cartes anglaises de cette époque indiquent bien une rivière de l'Ouest (*river of the West*); mais ce n'est qu'un cours d'eau de médiocre étendue, placé 2° plus au Sud, sans aucune analogie avec le grand fleuve dont il s'agit. La Colombia ne fut aperçue qu'en 1775 par Hécéta, qui la nomma Rio San Roque. Mais son existence fut longtemps plus que mise en doute. Au mois d'avril 1792, Van Couver, après avoir longé toute la côte du 40^e au 48^e degré de latitude Nord, déclarait encore n'y avoir vu que des ruisseaux et des baies sans importance. Ce fut seulement au mois d'octobre suivant que, sur les indications de Quadra, il reconnut l'exactitude des observations faites par le commodore Gray, qui venait de redécouvrir le Rio San Roque, la Colombia d'aujourd'hui.

» Malte-Brun a fort bien montré comment, sous l'empire d'anciennes traditions et d'observations imparfaites, s'était formée la légende du fameux détroit d'Anian et d'une Méditerranée qu'on appelait *mer de l'Ouest*. Les cartes que je citais tout à l'heure portent de nombreuses traces de ces conceptions fantastiques. Dans celle de 1750, une énorme étendue d'eau occupe près de la moitié de la largeur du continent, va du 40^e au 60^e degré de latitude, du 115^e au 135^e degré de longitude environ; et occupe, entre autres, à peu près tout le bassin de la Colombia. A partir de l'entrée nord

de cette prétendue *mer de l'Ouest*, la côte va presque en ligne droite au Nord-Ouest. Mais, au moment où elle devait se détourner vers l'Ouest, elle est brusquement interrompue par une sorte d'archipel qui entame profondément le continent; et un grand golfe, à contours indéterminés, remplace la presqu'île d'Aliaska. La carte de 1774 reproduit encore la *mer de l'Ouest* avec un prolongement vers le Nord-Est, dernier vestige du détroit d'Anian.

» MM. Ferdinand Denis et Murgry attribuent la découverte des montagnes Rocheuses à Varennes de la Vérandrye. Ce Canadien français, parti en 1842 de Montréal, essaya de traverser le continent; mais il dut revenir sur ses pas. La tentative fut reprise en 1804 seulement par Lewis et Clarke. Ces voyageurs remontèrent le Missouri jusqu'à sa source, atteignirent un des affluents de la Colombia et descendirent ainsi jusqu'à la mer. C'est avec une sorte d'enthousiasme que Malte-Brun parle de cette expédition, accomplie par deux Blancs, soutenus par une nombreuse escorte.

» Eh bien, dès avant 1720, Moncatch-Apé avait fait seul la même traversée. Seulement, avant d'avoir atteint les grandes cataractes du Missouri, il s'était dirigé droit au Nord avec quelques Indiens rencontrés en route et avait gagné ainsi la tête de la Colombia, qu'il nomme la *Belle Rivière*. Par ce renseignement il mettait sur la voie de l'espèce de chevauchement que présente le cours des deux fleuves, le Missouri prenant sa source bien plus à l'Ouest que la Colombia. Notre voyageur avait d'ailleurs signalé non seulement la direction générale des deux cours d'eau, mais encore quelques-unes des grandes inflexions que présente le Missouri. Enfin, en reproduisant les dires de son interlocuteur, Le Page donne sur certaines productions du sol, sur les faunes terrestres et fluviatiles, sur le genre de vie des indigènes, etc., des indications que confirment de tout point les dernières publications des explorateurs américains. (*Voir*, entre autres, le travail de M. Gibbs intitulé : *Tribes of western Washington and north western Oregon*, dans les *Contributions to north american Ethnology*, t. I, 1877).

» Arrivé au Pacifique et après la lutte avec les hommes blancs, dont je parlerai tout à l'heure, Moncatch-Apé suivit les côtes qui vont, dit-il, *entre le froid et le couchant* (Nord-Ouest), jusqu'à un lieu où les jours étaient beaucoup plus longs et les nuits beaucoup plus courtes que chez lui. Là il apprit que la côte se prolongeait bien loin dans la même direction, puis tournait directement au couchant. A peine est-il besoin de faire remarquer combien toutes ces indications sont exactes, combien elles sont en avance

sur les cartes qui se gravaient encore en Europe, un demi-siècle au moins après les voyages du pionnier Yazou.

» Ainsi celui-ci n'a rien inventé en ce qui touche le ciel, la terre, les eaux, les indigènes des régions qu'il a parcourues. Dès lors on ne voit pas de raison pour mettre en doute ou nier ce qu'il dit des hommes blancs. Mais, d'ailleurs, les observations modernes permettent de contrôler encore ici l'exactitude de ses assertions jusque dans les moindres détails.

» Arrivé chez une tribu du littoral, Moncatch-Apé apprit que les indigènes souffraient beaucoup des visites régulières que leur faisaient des hommes *blancs*, portant *une barbe longue et noire qui leur tombait sur la poitrine*. Ces étrangers venaient *tous les ans, quand le froid finissait,* dans des pirogues où *ils étaient quelquefois trente et jamais plus*. Leur but était de *chercher sur la côte un bois jaune et puant* qui *teint en beau jaune*. En outre ils mettaient tout en œuvre *pour enlever des jeunes gens*. Ils paraissaient être *gros et courts,* avaient *la tête grosse et couverte d'étoffes;* leurs habits *tombaient jusqu'au milieu des jambes qui étaient couvertes, ainsi que les pieds, d'étoffe rouge ou jaune*. Du reste, on n'avait encore pu en tuer aucun, *leurs armes faisant un grand bruit et un grand feu*. Mais cette année même, les tribus s'étaient alliées pour attaquer et chasser décidément ces pirates.

» Notre voyageur se joignit à ses nouveaux amis. Grâce à ses conseils, on tendit une embuscade qui réussit à souhait. Les étrangers arrivèrent *dans deux grandes pirogues*. Mais, une fois débarqués, ils furent entourés et on en tua onze, dont les indigènes se partagèrent *les chevelures et les barbes*.

» Moncatch-Apé décrit les individus tués et confirme les détails précédents. Il en ajoute d'autres relatifs aux vêtements : la tête était *entortillée de beaucoup d'étoffe;* les habits n'étaient ni de laine ni de soie, mais *de quelque chose semblable à de vieilles chemises, très doux et de différentes couleurs; ce qui couvrait leurs jambes et leurs pieds était d'une seule pièce*. Notre voyageur ne put entrer dans une de ces chaussures, par suite, dit Le Page, de l'écartement des doigts du pied et surtout du gros orteil.

» Moncatch-Apé essaya les armes à feu de deux morts. Il trouva qu'elles ne portaient pas aussi loin que les fusils français. En outre, elles étaient plus lourdes. La poudre était un mélange de grains de toutes dimensions, mais les gros dominaient.

» Je crois inutile de démontrer que les Blancs de Moncatch-Apé n'étaient pas des Européens. Mais peut-on les identifier avec quelque population de l'extrême Orient asiatique? Pour répondre à cette question, je me bornerai

à citer quelques passages empruntés aux navigateurs qui ont visité les îles Lieou-Tchou ou Liou-Kiou.

» Basil Hall nous montre la taille des insulaires comme étant *plutôt basse qu'élevée;* aucun ne dépassait 5 pieds 6 pouces anglais (1^{m},65). Les membres sont d'ailleurs forts et bien proportionnés. Mac Leod les représente comme *tout aussi blancs que les Européens du Midi.* MM. Fah et Green ajoutent : *dès leur jeunesse, ils ont une barbe très noire, qui, chez les vieillards, devient aussi blanche que la neige.*

» Voilà bien les petits hommes blancs et barbus de Moncatch-Apé.

» Quant au costume, voici ce qu'en dit Basil Hall :

« C'est une robe flottante, à manches très larges, serrée à la taille par un large ceinturon. Ils ont aux pieds de jolies sandales de paille sur des bottines, ou bas courts en coton.... Les classes inférieures se roulent autour de la tête une étoffe de couleur, qu'ils appellent *sadge*.... Plusieurs portent des cotonnades imprimées, d'autres ont des vêtements d'étoffe en coton avec des dessins tracés à la main.

» Dans ces quelques phrases, nous retrouvons les *habits qui tombent jusqu'au milieu des jambes,* les étoffes *qui entourent la tête, qui couvrent les jambes et le pied;* étoffes *de diverses couleurs,* qui n'étaient *ni de laine, ni de soie,* comme le dit Moncatch-Apé, mais de coton, comme l'avait conjecturé Le Page.

» J'ai abrégé ces citations et en ai supprimé plusieurs. Ce qui précède suffit, je pense, pour montrer que Moncatch-Apé d'une part, Basil Hall, Perry et leurs compagnons de l'autre, ont eu sous les yeux des représentants d'une même population qui, depuis un siècle environ, avait conservé, avec ses caractères physiques, ses modes et son costume.

» Par conséquent, antérieurement à l'époque où les Européens ont connu cette partie des côtes de l'Amérique du Nord, l'embouchure de la Colombia et les plages voisines étaient connues et fréquentées par les insulaires de Lieou-Tchou. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur les premières observations météorologiques, topographiques et hydrographiques faites sur la ligne du canal interocéanique de Panama.* Note de M. DE LESSEPS.

« J'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie des observations météorologiques, des études et travaux préparatoires sur la ligne du canal interocéanique de Panama.

» Les grandes opérations de nivellement et de planimétrie se complètent avec quelques difficultés du côté de Colon, par suite des pluies qui ont inondé certaines régions basses. Cependant les relevés de ces parties les plus difficilement accessibles sont presque terminés. Le bureau des études a déjà pu fournir les cartes suivantes :

» Planimétrie du Rio-Grande et du terrain compris entre l'embouchure de ce fleuve et la ville de Panama;

» Triangulation de l'embouchure du fleuve Chagres avec sondages de la passe;

» Hydrographie de la côte Est de la baie de Colon avec sondages dans le bras de la mer Folks-River, séparant l'île de Manzanillo de la terre ferme;

» Planimétrie de la rivière Mindi se jetant dans la baie de Colon;

» Tracé de la grande trocha entre la mer et Miraflores.

» Colon est actuellement une station météorologique parfaitement installée. Depuis le mois de mars dernier, la direction, la vitesse et la durée des vents sont relevées à l'anémomètre; un maréographe enregistre les oscillations de la marée; les courbes de pression et de température sont tracées à l'aide de trois observations quotidiennes; la pluie tombée est soigneusement mesurée.

» Des stations semblables sont en voie d'organisation à Panama, à Emperador (sommet de la Culebra) et à Gamboa (emplacement du barrage projeté). Deux maréographes ont été installés pour l'observation des marées dans la baie de Panama, l'un à l'embouchure du Rio-Grande, l'autre à l'île de Naos.

» Les premières courbes thermométriques ont indiqué, pour Colon, des variations comprises entre 19°,9 et 34°,5. Les moyennes quotidiennes ont oscillé entre 23°,2 et 27°,6. Les premiers diagrammes des mouvements du niveau de la mer à Colon indiquent que les marées sont extrêmement irrégulières dans cette baie et que les oscillations paraissent obéir principalement à l'action des vents dominants.

» Le personnel, légèrement éprouvé à l'époque du changement de saison, a repris son état sanitaire normal dès que les premières pluies de l'hivernage ont eu fait leur apparition, et, malgré l'état peu satisfaisant des diverses stations de relâche des paquebots dans la mer des Antilles et de certains points des côtes du Pacifique, état qui aurait pu, par la fréquence des arrivées à Panama et à Colon, provoquer des accidents dans ces villes, le chiffre de la mortalité n'y a pas sensiblement augmenté. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que l'on ne fait aucune espèce de quarantaine à l'égard

des provenances de lieux infestés. Des cas de fièvre jaune importée n'ont pas été suivis de propagation épidémique. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres qui devront faire partie de la Commission chargée de la vérification des comptes de l'année 1880.

MM. Chevreul et Rolland réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

NAVIGATION. – *Note relative à la restitution de la trière athénienne;* par M. le contre-amiral SERRE. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Pâris, Dupuy de Lôme.)

« La restitution de la trière athénienne est à l'étude depuis longtemps. Bien que les documents abondent, on n'a pu réunir en un ensemble satisfaisant les caractères historiques et certains du navire grec. Sur le point principal, le mode de propulsion, les marins et les archéologues sont en désaccord. Les uns, en dépit des textes et des images, nient la superposition des rames; les autres l'affirment dans des conditions contraires aux données de l'expérience et aux lois de la Mécanique.

» Un examen attentif du bas-relief trouvé à l'Acropole par M. Lenormant et reproduit dans le bel Ouvrage de M. Cartault m'a suggéré une méthode nouvelle. Un module ayant été déduit de la longueur des membres des rameurs qui sont sur le bas-relief correctement dessinés, ce module a été appliqué à la distance entre deux rames consécutives ou *interscalme;* on a trouvé pour cet élément $0^m,92$, l'intervalle expressément indiqué par Vitruve. Dès lors, il est permis de considérer le bas-relief comme un dessin fidèle et de dessiner la maîtresse section de la trière suivant les indications qu'il fournit. On arrive ainsi à placer les avirons, dont les longueurs ont été déterminées en fonction de leurs hauteurs, et les rameurs qui les actionnent suivant un ordre nouveau.

» Les thranites sont assis au milieu du navire sur les sièges les plus élevés, ils manient les rames les plus longues; les zygites sont assis sur les

bancs latéraux, ils manient les rames moyennes; les thalamites sont debout dans les thalames, ils manient les rames les plus courtes; ils sont plus près du bord que les zygites. De la sorte il y a trois étages de rames, et les rameurs, comme le montrent les figures, sont interposés et juxtaposés.

» La formule de la rangée triple de rames, de l'interposition et de la juxtaposition des rameurs, s'applique à toutes les galères, quel que soit leur rang, que les avirons thramite, zygite et thalamite soient maniés par des rameurs isolés ou bien par des groupes simples, ceux où les hommes sont tous du même côté de l'aviron, ou bien encore par des groupes doubles, ceux où les rameurs, se faisant face, poussent et tirent alternativement. Elle conduit à des navires ras sur l'eau, de dimensions modérées, légers, solides, dans la plupart des cas rapides. Ces navires, construits d'après le même principe, se ressemblent tous, sauf en ce point que la longueur des avirons, et surtout la longueur intérieure, croissant plus vite avec le chiffre des équipes qui les actionnent que la largeur à la flottaison du navire qui les porte, le flanc de la galère s'évase à partir de cette flottaison, et s'évase d'autant plus que les avirons sont plus grands et les équipes plus nombreuses.

» La position donnée aux rameurs en raison des cotes releves sur le bas-relief de l'Acropole est géométriquement irréprochable. Chacun est à sa place, et à la seule condition que le mouvement simultané des trois rangs de rames soit précis, la galère peut voguer sur des eaux tranquilles; mécaniquement et au point de vue du service à la mer, elle ne soutient pas l'examen : les thranites et les zygites ont des avirons trop longs pour les manier avec vigueur et continuité; les thalamites ne voient pas l'eau où ils les plongent; une bourrasque ou un abordage mettrait dans cette foule d'avirons qu'il faudrait rentrer à la fois un désordre irréparable. Il faut donc chercher une conciliation entre cet état de choses, la vogue simultanée, dont la réalité est certaine, et l'appropriation du matériel de la galère aux différents services de la guerre et de la navigation.

» Cette conciliation s'opère d'elle-même dès que nous admettons que la vogue simultanée est une vogue de parade; que, pour le combat, on emploie la vogue thranite, dans laquelle les trois rameurs thranite, zygite et thalamite viennent actionner un seul aviron proportionné à leurs forces; que, pour la navigation pressée, on emploie la vogue zygite, dans laquelle l'équipage est partagé en deux bordées et chaque aviron manié par deux rameurs; que, pour le calme, le beau temps, la navigation courante, on emploie la vogue thalamite, dans laquelle l'équipage est divisé en trois ou

quatre sections et chaque aviron manié par un seul rameur, qui peut indifféremment être un vieux matelot ou un novice.

» Dans ces conditions, les forces de l'équipage sont parfaitement utilisées. Avec la vogue thranite la trière atteint 10^{km} à l'heure; avec la vogue zygite elle peut accomplir à la rame ces traversées rapides dont l'histoire garde le souvenir.

» La distinction entre les divers genres de vogue n'est vraie que pour les navires de combat. Ainsi la pentère qui, pour la vogue simultanée, comptait deux rameurs sur les rames thranites, deux sur les zygites, un sur les thalamites, pratiquait la vogue thranite ou de combat avec cinq hommes sur chacune des grandes rames; mais les navires d'apparat, comme la tessarakontère de Ptolémée ne pratiquaient que la vogue d'apparat.

» Autour de ces données essentielles qui conduisent à un tracé très simple et très satisfaisant de la trière, viennent se grouper, dans les conditions indiquées par les textes, les faits secondaires. Toute la partie centrale du navire étant occupée par la chambre de vogue, les extrémités restent disponibles pour les logements, les cuisines, les apparaux de mouillage, l'installation des gouvernails; tout s'agence dans un ordre facile et qui continue à être suivi, lorsque, de la trière aphracte, présentée à l'Académie, on passe à des galères kataphractes d'un rang supérieur.

» En résumé, on peut construire demain la galère présentée à l'Académie; armée, protégée, rapide, elle pourra naviguer et combattre. La possibilité de l'existence de ce type est une preuve très forte en faveur de sa probabilité. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'application des moteurs électriques et des piles secondaires de M. G. Planté à la direction des aérostats.* Note de M. G. **TISSANDIER.**

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

« Les perfectionnements récents apportés aux machines dynamo-électriques m'ont donné l'idée de les employer à la direction des aérostats, concurremment avec les couples secondaires, qui, sous un poids relativement faible, emmagasinent une grande somme d'énergie.

» Un semblable moteur, attelé à une hélice de propulsion, offre, sur tous les autres, des avantages considérables au point de vue aérostatique : il fonc-

tionne sans aucun foyer, et supprime ainsi le danger du feu sous une masse d'hydrogène; il offre un poids constant, et n'abandonne plus à l'air des produits de combustion qui délestent sans cesse l'aérostat et tendent à le faire monter dans l'atmosphère. Il se met en marche avec une facilité incomparable, par le simple contact d'un commutateur.

» J'ai fait confectionner un petit aérostat allongé, terminé par deux pointes, ayant $3^m,50$ de longueur et $1^m,30$ de diamètre au milieu. Cet aérostat a un volume de 2200^{lit} environ. Gonflé d'hydrogène pur, il a un excédent de force ascensionnelle de 2^{kg}.

» M. G. Trouvé a construit une petite machine dynamo-électrique, genre Siemens, pesant 220^{gr}, et dont l'arbre est muni, par l'intermédiaire d'une transmission, d'une hélice à deux branches, très légère, de $0^m,40$ de diamètre. Ce petit moteur est fixé à la partie inférieure de l'aérostat, avec un couple secondaire pesant $1^{kg},300$. L'hélice, dans ces conditions, tourne à $6\frac{1}{2}$ tours à la seconde; elle agit comme propulseur et imprime à l'aérostat, dans un air calme, une vitesse de 1^m à la seconde, pendant plus de quarante minutes. Avec deux éléments secondaires montés en tension et pesant 500^{gr} chacun, je puis adapter au moteur une hélice de $0^m,60$ de diamètre, qui donne à l'aérostat une vitesse de 2^m environ à la seconde, pendant dix minutes environ. Avec trois éléments, la vitesse atteint 3^m. J'ai renouvelé les expériences un grand nombre de fois, en attelant l'aérostat à un manège installé dans une des salles du Conservatoire des Arts et Métiers, que M. Hervé Mangon a bien voulu mettre à ma disposition.

» Après ces premiers essais, j'ai mesuré le travail produit par le petit moteur dynamo-électrique de M. Trouvé. J'ai employé la méthode la plus simple, en faisant soulever directement des poids au moteur. Ces expériences ont été exécutées avec le concours de M. E. Hospitalier. Nous avons relié au moteur un élément secondaire, puis deux éléments en tension, et nous avons fait successivement varier les vitesses, en augmentant ou en diminuant la valeur des poids soulevés. Le petit moteur, qui, je le répète, pèse 220^{gr}, produit, dans les conditions de travail maximum, 90 grammètres avec un seul élément et une vitesse de 5 tours par seconde. Avec deux éléments en tension et une vitesse de 12 tours par seconde, le travail atteint 420 grammètres; avec trois éléments on atteint environ 1 kilogrammètre.

» Avec les deux éléments en tension, si la vitesse s'abaisse à 5 ou 6 tours par seconde, le travail n'est plus que de 278 grammètres; si la vitesse est supérieure à celle qui correspond au maximum et atteint, par exemple, 14 tours à la seconde, le travail n'est plus que de 375 grammètres. Ces

expériences montrent que, conformément à la théorie, les moteurs électriques attelés à un générateur donnent un travail maximum qui correspond à une certaine vitesse.

» Dans les conditions actuelles, les moteurs dynamo-électriques peuvent donner 6 chevaux-vapeur sous un poids de 300^{kg} environ, avec 900^{kg} d'éléments secondaires. Il serait facile d'enlever avec soi ce matériel, d'un poids total de 1200^{kg}, dans un aérostat allongé, de 3000^{mc}, gonflé d'hydrogène, analogue à ceux qui ont été conduits dans les airs, en 1852 par M. Giffard, et en 1872 par M. Dupuy de Lôme. L'aérostat aurait 40^{m} de longueur et $13^{m},50$ de diamètre au milieu; sa force ascensionnelle totale serait de 3500^{kg} environ; il pèserait, avec tous ses agrès, 1000^{kg} à 1200^{kg}; il resterait donc encore plus de 1000^{kg} pour les voyageurs et le lest. Par un temps calme, cet aérostat aurait une vitesse propre de 20^{km} à 25^{km} à l'heure, et dans un air en mouvement il se dévierait de la ligne du vent; il ne fonctionnerait assurément que pendant un temps limité, mais pourrait servir à des expériences de démonstration tout à fait décisives. Les résultats obtenus seraient bien plus favorables encore en employant un moteur dynamo-électrique et des piles secondaires construits dans des conditions spéciales de légèreté. On aurait ainsi, sous un même poids, une somme d'énergie bien plus considérable.

» J'ai l'honneur de faire fonctionner, devant l'Académie, les moteurs qui m'ont servi dans mes expériences préliminaires, exécutées en petit. »

M. L. **Poultier** adresse un Mémoire relatif à un « Nouveau train de wagons avec serre-frein électromagnétique ».

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier Volume des OEuvres de *J. Steiner,* qui vient de paraître sous le titre « Jacob Steiner's gesammelte Werke, herausgegeben auf veranlassung der kœniglich Preussischen Akademie der Wissenschaften; erster Band, herausgegeben von *K. Weierstrass* » ;

2° Le premier Volume des OEuvres de Jacobi, qui vient de paraître sous le titre « C.-G.-J. Jacobi's gesammelte Werke; erster Band, herausgegeben

von *C.-W. Borchardt* ». Ce premier Volume contient le célèbre Ouvrage de Jacobi, *Fundamenta novæ theoriæ functionum ellipticarum*, ainsi que plusieurs Mémoires relatifs aux fonctions elliptiques, publiés dans le *Journal de Crelle*; il se termine par la Correspondance mathématique de Jacobi avec Legendre, et par quatre Mémoires posthumes concernant la théorie des fonctions elliptiques.

M. **Dumas**, en présentant à l'Académie un Volume qui lui est adressé par M. *Le Play*, sous le titre « La Constitution essentielle de l'humanité », donne lecture de la Lettre suivante, qui accompagne cet envoi :

« En 1856, l'Académie voulut bien accorder le prix de Statistique à la méthode des monographies des familles. De ce jour, fort du patronage d'Arago et du vôtre, j'ai poursuivi son application.

» Depuis lors, la méthode d'observation n'a pas seulement donné ses fruits dans le domaine des Sciences physiques : elle s'est montrée également féconde pour les Sciences morales. Appliquée, en effet, aux sociétés de l'Asie et de l'Europe, elle a mis en lumière la loi qui leur est commune, que semble obscurcir en ce moment la juste admiration accordée aux progrès extraordinaires des Sciences physiques et des Arts usuels. Pour restaurer dans tous les esprits cette vérité éternelle, il suffira qu'une partie de l'activité scientifique se porte vers l'observation comparée des races signalées, depuis la naissance de l'histoire, comme les deux types excellents du *bonheur* et de la *prospérité*.

» Les races simples, éparses et heureuses, qui trouvent leurs moyens de subsistance dans la récolte des productions spontanées du sol et des eaux, dressent leurs enfants à l'obéissance et obtiennent ainsi la paix sociale, en organisant le culte domestique. Les races compliquées, agglomérées et prospères, qui se procurent le pain quotidien par l'agriculture, l'industrie manufacturière et le commerce doivent, pour s'assurer le même bienfait, organiser le culte public.

» En réclamant la fondation de la Société d'économie sociale, l'Académie des Sciences a créé une génération nouvelle de savants, aptes à confirmer les vérités morales qui peuvent être démontrées par l'observation méthodique des faits sociaux. En présidant vous-même cette Société à plusieurs reprises; M. Arago, en s'y faisant représenter par son parent M. Mathieu, vous avez contribué au succès dont elle jouit.

» La vérité fondamentale des sociétés humaines, celle que je constate depuis un demi-siècle, se résume ainsi :

» Dans la société la mieux organisée, l'enfant obéit au père et à la mère, » soumis eux-mêmes à Dieu. »

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la comète c 1881 (Schaeberle).* Note de M. G. BIGOURDAN, présentée par M. Mouchez.

« Ces éléments sont déduits de l'observation de Vienne, 18 juillet, et de celles de Paris, 23 et 28 juillet 1881.

Passage au périhélie : 1881 *août* 22,60205, *temps moyen de Paris.*

$$\left.\begin{array}{r} \varpi = 218°.55'.36'',3 \\ \Omega = 96.48.23,3 \\ i = 140.\ 3.22,3 \end{array}\right\}\ \text{Équin. moy., 1881,0.}$$

$$\log q = \bar{1},801788$$

Représentation de l'observation moyenne.

En longitude .... $(O-C)\cos\beta = -6'',3$

En latitude .... $O-C = +1'',8$

» Avec ces éléments on trouve, pour les coordonnées équatoriales de la comète :

$$x = (\bar{1},886\,739)\sin(v + 113°.16'.17'',0),$$
$$y = (\bar{1},967\,099)\sin(v + 222.49.28,9),$$
$$z = (\bar{1},868\,999)\sin(v + 154.25.16,2).$$

Éphéméride pour 12h, *temps moyen de Berlin.*

Dates. 1881.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Log. dist. ☉.	Log. dist. ♁.	Éclat.
	h m s	° ′ ″			
Août 5...	6.56. 3,5	+48.50.20	$\bar{1}$,86417	0,02400	3,96
7...	7.11.27,9	50. 1.29	$\bar{1}$,85215	$\bar{1}$,99447	4,73
9...	7.30.28,5	51. 9.25	$\bar{1}$,84093	$\bar{1}$,96330	5,75
11...	7.53.59,9	52. 7.38	$\bar{1}$,83073	$\bar{1}$,93073	7,00
13...	8.22.54,7	52.45.33	$\bar{1}$,82175	$\bar{1}$,89725	8,51
15...	8.57.39,1	52.47.10	$\bar{1}$,81422	$\bar{1}$,86375	10,26
17...	9.37.37,5	51.51.26	$\bar{1}$,80833	$\bar{1}$,83167	12,19
19...	10.20.38,6	49.36.43	$\bar{1}$,80425	$\bar{1}$,80308	14,24
21...	11. 3.21,3	45.49.38	$\bar{1}$,80198	$\bar{1}$,78058	15,95
23...	11.42.27,3	40.34.12	$\bar{1}$,80385	$\bar{1}$,76691	16,99
25...	12.16. 0,9	34.13.37	$\bar{1}$,80768	$\bar{1}$,76396	17,08

» L'éclat de la comète au 18 juillet est pris comme unité.

» Le 28 juillet, par un ciel bien transparent, la comète s'apercevait à l'œil nu, quoique assez difficilement. Son éclat calculé était alors 2,22. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations spectroscopiques sur les comètes c et b 1881*. Note de M. **L. Thollon**, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« Dans la nuit du 26 au 27 juillet, vers $1^h 30^m$ du matin et par un ciel très pur, j'ai pu observer la nouvelle comète. Bien qu'elle fût tout à fait invisible à l'œil nu, les trois bandes constituant son spectre étaient plus brillantes et mieux définies que celles de la comète *b*. Elles offraient du reste le même aspect et m'ont paru avoir exactement la même disposition. Elles se détachaient très bien sur le spectre du noyau. Celui-ci offrait l'aspect d'un mince filet lumineux assez brillant, ne s'étendant guère au delà de la raie F. La lumière du fond était trop faible pour rendre visible la pointe du micromètre; j'ai dû renoncer à faire des mesures.

» La nuit du 27 au 28 a été moins favorable aux observations. Néanmoins j'ai pu mesurer la position de la bande verte et m'assurer qu'elle appartient bien au carbone.

» Du 28 au 29, la nuit a été extrêmement belle. La comète pouvait s'apercevoir à l'œil nu. A ma prière, MM. Henry sont venus l'observer et m'ont promis leur collaboration pour continuer cette étude. Ils ont été frappés comme moi de l'éclat et de la netteté du spectre. Malgré tous nos efforts, nous n'avons pu apercevoir aucune trace de la bande violette que M. Christie a vue dans le spectre de la comète *b*.

» Un accident survenu à l'appareil dont je me sers n'a pas encore permis de déterminer exactement la position des bandes.

» Mes observations sur la comète *b* se sont poursuivies jusqu'à ce jour. L'aspect et la position des bandes n'ont pas changé; leur éclat ne semble pas avoir diminué d'une manière bien sensible, tandis que celui de la tête et de la queue s'est tellement affaibli, qu'on a peine à les voir actuellement sans le secours d'une lunette. Ainsi il n'y a aucune proportion entre l'éclat de la comète et celui du spectre de bandes. Ce fait très remarquable ressort avec une évidence frappante des observations faites sur la nouvelle comète. »

SPECTROSCOPIE. — *Longueurs d'ondes des bandes spectrales données par les composés du carbone.* Note de M. THOLLON, présentée par M. Jamin.

	Arc électrique. Lampe de M. Jamin.	Gaz d'éclairage ou cyanogène. Bobine avec condensateur. (Salet.)	Flamme bleue du gaz d'éclairage. Lecoq de Boisbaudran.	Comète *b* 1881.
α	562.2..........	563,0	562,9	562
	558,1..........	558,5	558,1	»
	553,6..........	554,0	554,2	»
	549,1..........	550,0 547,0	550,0	»
β	516,5..........	516,3	516,1	516
	512,7..........	513,0	512,7	»
	509,7..........	510,0 506,0	509,0	»
γ	473,9..........	474,0	473,8	»
	471,7..........	472,0	»	»
	470,4..........	470,0	»	47 milieu de la bande.
	468,7..........	468,7 467,0	467,5	»
δ	461,1..........	»	»	»
	459,0..........	»	»	»
	456,1..........	»	»	»
	453,9..........	»	»	»
	452,0..........	»	»	»
	450,8..........	»	»	»
	450,0..........	»	»	»
ε	427,0		436,8 430,9	» »
	421,0 419,3 417,7 416,4 415,5 415,0	Visible seulement dans l'arc électrique.		

» Mesures faites sur l'arc électrique par M. Bigourdan, astronome à l'Observatoire de Paris. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les spectres des comètes Cruls et Schaeberle.* Note du P. **Tacchini**.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques observations que j'ai faites sur les spectres des comètes *b* et *c* 1881.

» C'est seulement pendant la nuit du 28 juin que j'ai pu observer le spectre de la comète. Au passage de son noyau devant la fente du spectroscope, on obtint deux spectres : l'un continu, l'autre composé de trois bandes, comme l'indique la *fig.* 1. En comparant les positions de ces bandes avec celles des raies 7 et 8 du spectre solaire, j'ai trouvé qu'elles correspondaient, dans l'échelle, aux nombres

$$552,1, \quad 514,1, \quad 463,1,$$

c'est-à-dire au spectre des hydrocarbures donné par M. Hesselber. Un résultat semblable a été obtenu par M. Ricco, astronome à Palerme.

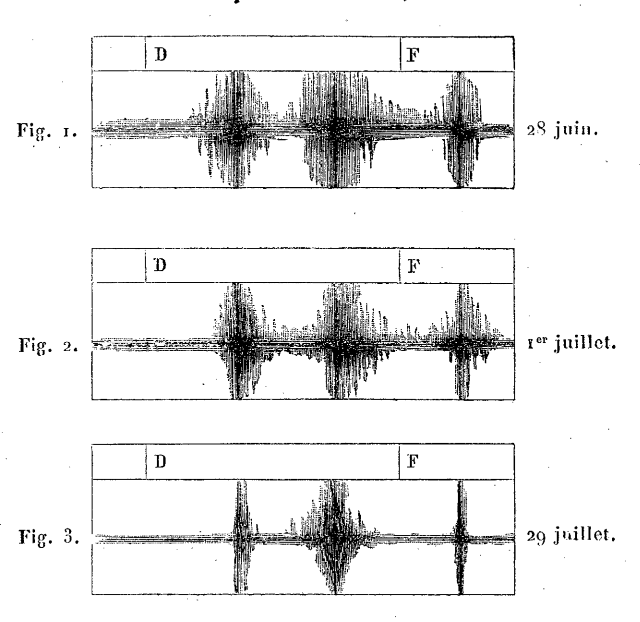


Fig. 1. 28 juin.
Fig. 2. 1er juillet.
Fig. 3. 29 juillet.

» A l'intersection de ces bandes avec le spectre continu du noyau, on observe encore un renforcement de lumière.

» Pendant la nuit du 30 juin, le spectre continu avait une vivacité encore plus grande, probablement à cause des gerbes très lumineuses qui, du noyau, se dirigeaient vers le Soleil, avec une teinte légèrement rosée ; les raies du carbone étaient également bien plus marquées.

» A cette occasion, j'ai continué l'examen spectroscopique le long de la queue de la comète. J'ai pu voir les trois bandes du carbone jusqu'au tiers de la longueur à partir du noyau, ce qui démontre la matérialité des queues des comètes. Un peu au delà, il ne restait que la bande du milieu, qui disparaissait elle-même au delà de la moitié de la queue.

Dans la nuit du 6 juillet, le spectre de la comète était déjà un peu affaibli, comme l'indique la *fig.* 2. Dans le spectre continu, la partie rouge était au contraire plus marquée, à la place de la ligne C; il me semble en résulter que le spectre continu du noyau ne peut pas être produit uniquement par la réflexion de la lumière solaire. Le noyau et les jets étaient toujours faiblement rougeâtres.

» Le 14 juillet, le noyau commençait à être entouré par une nébulosité plus grande et plus dense; le spectre continu était plus faible, mais la partie rouge était encore assez visible et les raies du carbone conservaient encore un éclat suffisant.

» Le 15 juillet, l'affaiblissement de la queue est bien manifeste; la tête de la comète se condensait et donnait toujours le même spectre, quoique plus faible.

» Dans la matinée du 23, j'ai observé le spectre de l'autre comète, Schaeberle. La comète était ronde, avec une queue très courte. Le spectre obtenu en plaçant le noyau de la comète sur la fente du spectroscope est représenté par la *fig.* 3, c'est-à-dire par les bandes connues du carbone et par un faible spectre continu, comme dans la comète Cruls. J'ajouterai seulement que, aux intersections des deux spectres, la lumière était bien plus vive pour la comète Schaeberle. Les bandes du carbone étaient visibles dans la nébulosité et dans la queue.

» Ce matin, 29 juillet, la comète Schaeberle était déjà visible à l'œil nu : son spectre gagne progressivement en éclat. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *De la constitution des comètes.* Note de M. **Prazmowski**.

« Les comètes ont donné lieu à de nombreuses analyses spectrales et polariscopiques. Les premières montrent, dans ces astres, la présence d'une matière gazeuse incandescente, renfermant du carbone. Pour ce qui concerne les secondes, je demande à l'Académie la permission de lui présenter le résumé de recherches que je poursuis depuis vingt ans.

» En 1858, j'ai constaté, sur la comète de Donati, que sa lumière était

fortement polarisée dans le plan passant par le Soleil. La comète de 1861, à mon grand étonnement, ne me donna aucune trace de polarisation. Enfin, j'ai reconnu que la comète de juin 1881 offrait de la lumière polarisée, quoique en moins grandes proportions que celle de Donati. Ces recherches ont été faites avec des appareils auxquels j'avais donné une grande sensibilité.

» Comment expliquer ces faits, en apparence contradictoires? L'angle d'élongation entre la Terre et le Soleil, vus de la comète de Donati, était de 90°, qui est l'angle donnant le maximum de polarisation dans les gaz, d'après la loi de Brewster. Ce même angle d'élongation pour la comète de 1861 était près de 180°, angle qui, d'après la même loi, donne une polarisation insensible. Enfin, pour la comète de 1881, il était de 60°, position intermédiaire.

» On est donc amené à admettre la constitution gazeuse des comètes, entrevue par l'étude du spectroscope; mais, de plus, on doit supposer que cette matière gazeuse est disposée régulièrement autour du noyau. En effet, l'hypothèse d'un essaim de matières solides ou liquides pulvérulentes, ou même gazeuses, disposées sans aucune loi, conduit à une réflexion diffuse et tumultueuse, et par conséquent à une absence de polarisation. C'est ce qui a lieu pour les nuages de notre atmosphère.

» On peut donc conclure que les enveloppes d'une comète sont gazeuses en partie et formant une vraie atmosphère, c'est-à-dire qu'elles sont composées de couches de densités décroissantes, disposées autour du centre de gravité de la comète comme autour d'un centre d'attraction. Je dis « gazeuses en partie », car, après la découverte du professeur Schiaparelli, qui a identifié les comètes aux étoiles filantes, il est difficile de ne pas y admettre l'existence de poussières solides, surtout dans les parties éloignées du noyau.

» En résumé, il nous paraît que les comètes sont formées d'une partie condensée, qui est le noyau, entourée d'une atmosphère gazeuse incandescente, qui réfléchit en même temps la lumière solaire, et, enfin, d'un essaim de matières désagrégées, n'obéissant plus à l'attraction cométaire et cheminant de conserve sous la seule attraction universelle. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des formes trilinéaires.* Note de M. **C. Le Paige**, présentée par M. Hermite.

« Si l'on se donne une forme trilinéaire

(1) $$f = \Sigma a_{ikl} x_i y_k z_l,$$

et un triangle dont les trois côtés ont pour équations

$$\alpha = 0, \quad \beta = 0, \quad \gamma = 0,$$

les faisceaux de droites

$$x_2\alpha - x_1\beta = 0, \quad y_2\beta - y_1\gamma = 0, \quad z_2\gamma - z_1\alpha = 0,$$

où les rapports $\frac{x_1}{x_2}, \frac{y_1}{y_2}, \frac{z_1}{z_2}$ satisfont à la relation (1), se coupent sur une cubique circonscrite au triangle donné cubique qui a pour équation

$$(a_{111} + a_{222})\alpha\beta\gamma + a_{112}\alpha^2\beta \\ + a_{121}\alpha\gamma^2 + a_{211}\beta^2\gamma + a_{122}\alpha^2\gamma + a_{212}\alpha\beta^2 + a_{221}\beta\gamma^2 = 0.$$

» C'est ce mode de génération des cubiques et, en général, des courbes géométriques que M. Folie et moi avons pris comme base de nos recherches.

» Soit de plus une cubique quelconque circonscrite à un triangle $\alpha\beta\gamma = 0$.

» Son équation la plus générale pourra s'écrire

$$A_{112}\alpha^2\beta + A_{113}\alpha^2\gamma \\ + A_{122}\alpha\beta^2 + A_{223}\beta^2\gamma + A_{133}\alpha\gamma^2 + A_{233}\beta\gamma^2 + 2A_{123}\alpha\beta\gamma = 0.$$

» Pour l'identifier avec la précédente, c'est-à-dire pour trouver la relation $f = 0$ correspondant à cette courbe, il suffira de poser

$$a_{111} = A_{123} + x, \quad a_{112} = A_{112}, \quad a_{121} = A_{133}, \quad a_{211} = A_{223}, \\ a_{122} = A_{113}, \quad a_{212} = A_{122}, \quad a_{221} = A_{233}, \quad a_{222} = A_{123} - x.$$

Nous disposons, par suite, d'une indéterminée x.

» Si nous calculons le discriminant de la forme trilinéaire ainsi obtenue,

nous aurons

$$\begin{aligned}\Delta = x^4 &+ 2x^2(A_{113}A_{223} - A_{123}^2 + A_{233}A_{122} + A_{112}A_{233})\\ &+ 4x(A_{122}A_{233}A_{113} - A_{112}A_{133}A_{223})\\ &+ [A_{123}^4 + A_{113}^2A_{223}^2 + A_{133}^2A_{122}^2 + A_{112}^2A_{233}^2\\ &- 2A_{123}^2(A_{113}A_{223} + A_{133}A_{122} + A_{112}A_{233})\\ &- 2(A_{113}A_{223}A_{133}A_{122} + A_{133}A_{122}A_{112}A_{233} + A_{112}A_{233}A_{113}A_{223})\\ &+ 4A_{123}(A_{112}A_{133}A_{223} + A_{122}A_{113}A_{233})].\end{aligned}$$

Nous pouvons donc choisir toujours x de telle sorte que Δ soit différent de zéro : alors la forme trilinéaire peut s'écrire

$$f = Ku_1v_1w_1 + k'u_2v_2w_2,$$

et les covariants Σ représentent deux triangles passant par les sommets du triangle $\alpha\beta\gamma = 0$ et dont les côtés se coupent en six autres points de la courbe.

» Mais on peut aussi, et de quatre manières distinctes en général, choisir x de telle sorte que Δ s'annule.

» Alors, d'après ma première Note insérée aux *Atti* de l'Académie des *Nuovi Lincei*, comme deux des covariants Σ ne deviennent pas nuls, ces trois covariants représentent un triangle inscrit à la cubique pour chaque valeur de x qui vérifie $\Delta = 0$.

» Cette dernière équation paraît assez remarquable.

» En effet, si l'on forme ses deux invariants I et J, on peut remarquer qu'ils ne diffèrent point des invariants S et T de la forme cubique ternaire qui représente la cubique.

» On est donc amené, d'une manière naturelle et simple, à ces deux invariants fondamentaux et, par suite, au rapport $\frac{S^3}{T_2}$, qui caractérise le rapport anharmonique de la cubique. Quant aux autres conséquences géométriques, à la division des cubiques suivant la classe, etc., il est si facile de les déduire de là qu'il me paraît inutile de s'y arrêter. »

CHIMIE. — *Théorie de la dissociation : influence de la pression*, par M. G. **Lemoine**.

« Les expériences de Statique chimique publiées dans ces dernières années m'ont amené à compléter la théorie que j'avais présentée en 1871 (*Comptes rendus*, 23 octobre 1871). Je me bornerai aux systèmes homogènes.

» *Vitesse de la combinaison d'après la probabilité de rencontre des molécules.* — Appliquons à la Chimie les calculs développés par M. Clausius pour la constitution physique des gaz ([1]). Soient A et A′ deux gaz tendant à se combiner à volumes égaux; N et N′ le nombre de molécules *libres* dans l'unité de volume; v et v' les vitesses de ces molécules (on admet $v' < v$). Si λ et λ' sont les distances intermoléculaires des deux gaz, on a

$$(1) \qquad N\lambda^3 = N'\lambda'^3 = 1.$$

Chaque molécule de A exerce son action chimique sur les molécules de A′ seulement lorsque leur distance est moindre qu'un certain rayon d'activité ρ.

» I. Supposons d'abord la pression assez faible pour que λ soit beaucoup plus grand que ρ. Il faut alors, pour se combiner, que les molécules passent assez près les unes des autres. Évaluons pour le temps dt le nombre de celles qui se rencontrent. M. Clausius a montré qu'on peut considérer les molécules de A comme en repos à condition de supposer celles de A′ animées d'une vitesse $u = v + \frac{1}{3}\frac{v'^2}{v}$; d'après cela, la probabilité pour qu'une molécule de A′ traversant l'espace compris entre deux plans parallèles distants de $u\,dt$ pénètre dans la sphère d'activité de rayon ρ d'une molécule de A est

$$\frac{\pi\rho^2}{\lambda^3}u\,dt.$$

Parmi les N′ molécules de A′, le nombre de celles qui se combineront est donc

$$\frac{N'\pi\rho^2}{\lambda^3}u\,dt,$$

ou, d'après (1),

$$NN'\pi\rho^2 u\,dt,$$

de sorte que le nombre des molécules combinées dans le temps dt est

$$(2) \qquad -dN = -dN' = NN'\pi\rho^2 u\,dt.$$

» Soit dy le nombre de molécules du composé formé dans le temps dt; comme $dy = -dN = -dN'$, il vient, en appelant K une constante,

$$(3) \qquad \frac{dy}{dt} = KNN'.$$

([1]) M. Joulin a déjà, en 1873, appliqué cette méthode à une question d'ordre chimique (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXX, p. 284).

» On retrouve ainsi la relation que j'avais obtenue en 1871, par des considérations moins précises. Cependant ce n'est là qu'une première approximation.

» II. A des pressions assez fortes pour que λ soit plus petit que ρ, le calcul précédent n'est plus applicable. Chaque atome de A trouve toujours dans son voisinage un atome de A' assez rapproché pour qu'ils tendent immédiatement à se combiner; la combinaison doit alors être très rapide et la loi qui exprime l'influence de la pression peut être toute différente.

» III. Comme nous ignorons *a priori* la limite qui sépare ces deux cas distincts, nous essayerons pour chaque corps de réunir les phénomènes observés dans une formule unique, mais un peu plus compliquée que (3). Pour diverses raisons [1], nous proposons la formule exponentielle

$$\frac{dy}{dt} = \mathrm{K}\mathrm{N}^{\beta}\mathrm{N}'^{\beta}. \tag{4}$$

» On devra trouver β peu différent de 1, dès que la pression sera assez faible.

» *Dissociation des systèmes homogènes.* — Les expériences de dissociation supposent les produits de décomposition maintenus en présence les uns des autres : la limite peut être regardée comme un équilibre entre les deux actions inverses de la chaleur et de l'affinité chimique qui tendent l'une à détruire, l'autre à reconstituer le composé. Évaluons chacune d'elles.

» Soient en tout $(\mu + 1)$ équivalents de A' pour $1^{\text{éq}}$ de A. Soit, dans l'unité de volume, p le nombre de molécules du composé si la combinaison était complète. En réalité, il n'y en a actuellement de combinées que $(p - y)$: les nombres de molécules libres de A et A' sont donc y et $y + \mu p$.

» L'action de la chaleur détruit une quantité du composé qu'on peut considérer pour le temps dt comme proportionnelle à $(p - y)\,dt$.

» En même temps, la quantité de composé reformée est, d'après la formule (4), proportionnelle à $y^{\beta}(y + \mu p)^{\beta}dt$. On a donc

$$\frac{dy}{dt} = a(p - y) - b y^{\beta}(y + \mu p)^{\beta},$$

ou

$$\frac{d\frac{y}{p}}{dt} = a\left(1 - \frac{y}{d}\right) - b\left(\frac{y}{p}\right)^{2\beta} p^{2\beta-1}\left[1 + \frac{\mu}{\left(\frac{y}{p}\right)}\right]^{\beta}. \tag{5}$$

---

(1) Cette forme exponentielle est justifiée : 1° par les expériences de MM. Gladstone et Tribe sur le déplacement mutuel des métaux, dans des dissolutions salines de concentration ariable; 2° par les expériences de M. Schlœsing sur le bicarbonate de chaux.

» Cette équation donne : 1° la marche progressive de la réaction ; 2° l'influence de la pression sur la limite; 3° l'influence de l'excès de l'un des éléments : cette *action de masse* ne change que très peu quand β varie.

» *Influence de la pression sur la dissociation, d'après la théorie et d'après l'expérience.* — D'après la théorie, et quoique nous prenions ici une seule formule, l'influence de la pression peut être toute différente suivant que l'intervalle moléculaire est ou non comparable au rayon d'activité chimique; seulement, à des pressions suffisamment faibles, dont la limite dépendra de l'énergie des affinités, la loi devra se rapprocher de celle que donne $\beta = 1$. La limite ne serait indépendante de la pression que pour $\beta = \frac{1}{2}$.

» D'après l'expérience, on trouve pour β, en appliquant la formule :

Combinaison d'oxyde de méthyle et d'acide chlorhydrique	de 1,2 à 1,1
Transformation allotropique de la vapeur d'iode à 1250 et à 900° ...	1,0 environ.
Acide iodhydrique à 350°	0,80
Acide iodhydrique à 440°	de 0,55 à 0,60

» Pour l'acide iodhydrique, la diminution de pression favorise la dissociation, mais dans des proportions assez restreintes : à 440°, entre $4^{atm},5$ et $0^{atm},95$, la limite passe tout au plus de 0,25 à 0,30 (M. G. Lemoine).

» Pour la combinaison d'oxyde de méthyle et d'acide chlorhydrique (M. Friedel), entre $1^{atm},45$ et $0^{atm},87$, les variations sont beaucoup plus considérables, mais les gaz sont très près de leur liquéfaction.

» Pour la transformation allotropique de l'iode de 1250° à 440° (MM. Crafts et F. Meier), l'influence de la pression est considérable.

» Dès 1862, M. Berthelot avait montré que dans l'éthérification des systèmes *gazeux* la limite change avec la pression.

» Tous ces phénomènes d'équilibres chimiques dépendent donc de la *distance intermoléculaire*; or, pour qu'elle soit seulement trois fois plus petite, il faut une pression vingt-sept fois plus grande. Une étude complète exigerait donc des variations de pression considérables; malheureusement, quand la pression diminue, l'équilibre se produit avec une telle lenteur, qu'il est très difficile de déterminer la limite.

» Néanmoins, les expériences que je viens de rappeler indiquent que, dans *la période de dissociation, l'action physique d'un abaissement de pression peut produire un effet chimique de décomposition des corps gazeux.*

» M. H. Sainte-Claire Deville attachait à cette question une telle importance, qu'il comptait déterminer la température de combustion des gaz dans des appareils où l'observateur lui-même aurait été à une pression supérieure à celle de l'atmosphère (*Comptes rendus*, t. LXVII, p. 1093 et 1095). »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation des explosifs; données numeriques.* Note de MM. Sarrau et Vieille, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons exposé, dans une précédente Communication, la méthode expérimentale qui permet de déterminer la chaleur de formation d'un explosif; nous allons faire connaître les résultats donnés par l'application de cette méthode aux principales substances explosives.

» 1° *Nitroglycérine* $C^6H^5(AzO^4)^3O^6 = 227^{gr}$. — La chaleur de décomposition dans l'éprouvette calorimétrique a été trouvée égale à 1600^{cal} par kilogramme, soit 363,2 par équivalent.

» La formule des produits de la réaction, dans les conditions de l'expérience, est la suivante :

$$6CO^2 + 5HO + 3Az + O.$$

De ces données, on déduit, par équivalent :

Chaleur de formation des produits	$q_1 = 454,5$
Chaleur de décomposition (sous pression constante)	$q = 360,5$
Chaleur de formation de $1^{éq}$ de l'explosif	$q_0 = 94,0$

» La chaleur de combustion de la glycérine, par M. Louguinine, combinée avec les mesures de M. Berthelot sur la formation de l'acide azotique et sur sa réaction sur la glycérine donnent 96.

» L'accord est aussi satisfaisant qu'on peut l'espérer dans la comparaison de données d'origine si diverse et si multiple.

» 2° *Nitromannite* $C^{12}H^8(AzO^4)^6O^{12} = 452^{gr}$.

Chaleur de décomposition (sous volume constant)	par kilogr.	1512,0
	par équival.	683,3

Formule des produits : $12CO^2 + 8HO + 3Az + 4O$:

Chaleur de formation des produits	$q_1 = 840,0$
Chaleur de décomposition (sous pression constante)	$q = 678,5$
Chaleur de formation de $1^{éq}$ de l'explosif	$q_0 = 161,5$

» 3° *Coton-poudre* $C^{48}H^{29}Az^{11}O^{84} = 1143^{gr}$. — Cette substance donne, en vase clos, des réactions variables avec la pression; nous avons choisi, pour l'épreuve calorimétrique, le mode de décomposition correspondant à une

densité de chargement égale à 0,023 et représenté exactement par la formule

$$30CO + 18CO^2 + 11H + 11Az + 18HO.$$

» On trouve, dans ces conditions :

Chaleur de décomposition (sous volume constant)	par kilogramme.	1070,7
	par équivalent..	1223,8
Chaleur de formation des produits		$q_1 = 1843,3$
Chaleur de décomposition (sous pression constante)		$q = 1203,8$
Chaleur de formation de $1^{éq}$ de l'explosif		$q_0 = 639,5$

» 4° *Picrate de potasse* $C^{12}H^2K(AzO^4)^3O^2 = 267^{gr}$. — Les divers modes de décomposition de cet explosif étant trop complexes pour qu'il soit possible d'en déduire avec précision la chaleur de formation des produits, nous avons eu recours à la combustion dans l'oxygène.

» Nous avons vérifié que la réaction est complète et correspond à la formule

$$10CO^2 + KOHO, 2CO^2 + HO + 3Az.$$

» On trouve, dans ces conditions :

Chaleur de combustion (sous volume constant)	par kilogramme.	2329,0
	par équivalent..	621,8
Chaleur de formation des produits		$q_1 = 737,2$
Chaleur de combustion (sous pression constante)		$q = 619,7$
Chaleur de formation de $1^{éq}$ de l'explosif		$q_0 = 117,5$

» On déduit de ces chiffres que la réaction de chacun des $3^{éq}$ d'acide azotique, fixés sur le phénol dans la formation de l'acide picrique, dégage $+ 34^{cal}$; chiffre fort voisin des 36^{cal} observées par M. Berthelot dans la formation des benzines mononitrées et binitrées.

» 5° *Picrate d'ammoniaque* $C^{12}H^2(AzH^4)(AzO^4)^3O^2 = 246^{gr}$. — Cette substance a été, comme la précédente, brûlée dans l'oxygène pur. Les résultats obtenus sont les suivants :

Chaleur de combustion (sous volume constant)	par kilogramme.	2818,0
	par équivalent..	693,2
Chaleur de formation des produits		$q_1 = 771,0$
Chaleur de combustion (sous pression constante)		$q = 690,9$
Chaleur de formation de $1^{éq}$ de l'explosif		$q_0 = 80,1$

» Le résultat trouvé pour le coton-poudre nous a permis de déterminer la chaleur de formation du nitrate d'ammoniaque, en mesurant la chaleur

dégagée par un mélange des deux corps correspondant à une oxydation complète : nous en avons déduit + 89,0 pour la chaleur de formation de $1^{éq}$ de nitrate. Ce chiffre est celui que M. Berthelot a signalé comme résultant de nos expériences, dans son travail sur la chaleur de formation des oxydes de l'azote (¹). Il a trouvé lui-même, d'après ces dernières données, + 87,9; ce qui concorde autant qu'on peut l'espérer. »

CHIMIE. — *Oxycyanures de plomb, de cadmium, de mercure.* Note de M. **Joannis**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai montré, dans une Note précédente, comment on obtient un cyanure basique de calcium en évaporant dans le vide une solution concentrée de cyanure de calcium. J'ai trouvé la même tendance à la formation des cyanures basiques pour les métaux proprement dits.

» *Oxycyanure de plomb.* — Lorsqu'on précipite une solution d'acétate de plomb par le cyanure de potassium, il se forme un précipité blanc qui n'est pas du cyanure de plomb, comme on l'a dit : c'est un cyanure basique, que les solutions employées soient étendues ou concentrées. Ce composé, séché dans le vide et analysé, a conduit à la formule suivante : 2PbO, PbCy, HO.

	Trouvé.	Calculé.
Pb	85,72	85,89
HO	2,46	2,49
C	2,99	3,31
Az	3,70	3,87
O	5,13	4,44
	100,00	100,00

» Ce composé est insoluble dans l'eau. On a mesuré sa chaleur de formation en le décomposant par l'acide azotique étendu. On a trouvé, vers 19°, en supposant la réaction,

$$2\,PbO\,PbCy,\,HO + 3\,AzO^5 \text{ étendu} = 3\,PbO,\,AzO^5 \text{ dissous} + HCy \text{ dissous dégage} + 18^{Cal},4.$$

On en déduit

$$Pb + Cy + 2\,PbO + HO \text{ solide} = 2\,PbO,\,PbCy,\,HO \text{ dégage} \ldots + 8^{Cal},9.$$

» Je n'ai pu enlever à ce corps son eau sans lui faire perdre en même temps de l'acide cyanhydrique.

(¹) *Comptes rendus*, séance du 5 avril 1880.

» Par l'action de l'acide cyanhydrique sur l'oxyde de plomb, on obtient encore de l'oxycyanure. Les divers procédés indiqués comme donnant du cyanure de plomb ne donnent que de l'oxycyanure.

» *Cyanure de cadmium.* — On indique pour la préparation du cyanure de cadmium divers procédés; les propriétés trouvées diffèrent d'ailleurs suivant le mode de préparation. En réalité, on obtient soit du cyanure de cadmium, soit un oxycyanure. En précipitant une dissolution saturée de sulfate de cadmium par une dissolution concentrée de cyanure de potassium, on obtient un précipité de cyanure de cadmium que l'on doit séparer du sulfate de potasse produit simultanément par un lavage prolongé. Le corps ainsi obtenu est blanc et d'un aspect cristallin. On a trouvé pour sa composition CdCy :

	Trouvé.	Calculé.
Cy	31,57	31,70
Cd	68,24	68,30
	99,81	100,00

» Ce corps est un peu soluble dans l'eau (17^{gr} par litre). On a dissous ce corps dans l'acide chlorhydrique étendu, et l'on a trouvé vers 21° :

CdCy + HCl étendu = CdCl dissous + HCy dissous..... $+ 2^{Cal},9$

On en conclut

Cd + Cy gaz = CdCy solide........................ $+19^{Cal},8$

et

CdO + HCy dissous = CdCy + HO.................. $+ 7^{Cal},2$

» *Oxycyanure de cadmium.* — En traitant de l'oxyde de cadmium par de l'acide cyanhydrique en proportion équivalente ou en excès, on obtient un cyanure basique qui, séché dans le vide, a présenté la composition suivante : 2CdCy, CdO, 5HO.

	Trouvé.	Calculé.
Cy	19,15	19,04
Cd	61,42	61,53
HO + O...	19,43	19,43
	100,00	100,00

» La chaleur de formation de ce corps a été trouvée en le décomposant par l'acide sulfurique étendu :

2CdCy, CdO, 5HO + $3SO^3$ étendu = 3CdO, SO^3 dissous + 2HCy dégagé + $6^{Cal},3$ vers 18°.

» De ce nombre et de la chaleur de transformation du cyanure de cadmium, on conclut .

2CdCy + CdO + 5HO (solide) = 2CdCy, CdO, 5HO.... $+ 11^{Cal},4$

» Ces nombres permettent de calculer les chaleurs dégagées dans les réactions suivantes :

$$3CdO + 3HCy \text{ dissous} = 3CdCy + 3HO \ldots\ldots + 21^{Cal},6$$
$$3CdO + 3HCy \text{ dissous} = 3CdCy, CdO, 5HO + HCy \text{ dissous} \ldots + 27,6$$

» Cela explique la formation de l'oxycyanure, au lieu du cyanure, par l'action de l'acide cyanhydrique sur l'oxyde de cadmium. C'est le corps répondant au dégagement de chaleur maximum qui se produit.

» *Oxycyanures de mercure.* — La chaleur de formation du cyanure de mercure ayant été déterminée par M. Berthelot, j'ai déterminé la chaleur de formation du cyanure basique HgCy, HgO et d'un autre 3HgCy, HgO que j'ai réussi à préparer.

» *Oxycyanure de mercure*, HgCy, HgO. — Ce composé est déjà connu. Je l'ai obtenu en chauffant une dissolution concentrée de cyanure de mercure en présence d'un excès de mercure. On filtre et, par refroidissement, la liqueur dépose de fines aiguilles répondant à la composition HgCy, HgO.

	Trouvé.	Calculé.
Hg........	85,95	85,48
C..........	5,26	5,13
Az........	5,81	5,98
O.........	2,78	3,41
	100,00	100,00

» Ce corps chauffé fait explosion vers 175°; aussi est-il nécessaire de le mélanger avec une longue colonne d'oxyde de cuivre et de le chauffer avec précaution pour l'analyser.

» On a trouvé pour chaleur de dissolution de ce corps dans l'acide chlorhydrique, étendu vers 19°, $+ 9^{Cal},8$.

» Connaissant la chaleur de formation du cyanure de mercure trouvée par M. Berthelot, égale à 11,7,

$$HgO \text{ solide} + HgCy \text{ solide} = HgO, HgCy \text{ solide} \ldots\ldots + 1^{Cal},2$$

» *Oxycyanure de mercure*, 3HgCy, HgO. — Ce composé a été obtenu en chauffant 5 parties de cyanure de mercure et de 2 d'oxycyanure HgCy, HgO en présence d'une quantité d'eau suffisante pour dissoudre à froid tout le

cyanure de mercure employé. Par refroidissement, la liqueur dépose une masse cristalline qui a la composition suivante : 3HgCy, HgO.

	Trouvé.	Calculé.
Hg........	82,35	82,31
C..........	7,21	7,41
Az...... ..	8,50	8,64
O.........	1,94	1,64
	100,00	100,00

» Ce corps est, comme le précédent, doué de propriétés explosives; aussi doit-on prendre pour l'analyser les mêmes précautions.

» Ce composé, en se dissolvant dans l'acide chlorhydrique étendu, dégage peu de chaleur, $+ 0^{Cal},1$ vers 20°.

» On en déduit :

3HgCy solide + HgO solide = 3HgCy, HgO solide... $+ 4^{Cal},9$ ([1]). »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de combustion de l'heptane et de l'hexahydrotoluène*. Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« I. L'heptane que j'ai étudié a été extrait d'un pétrole d'Amérique, soigneusement purifié et analysé par M. le professeur Beilstein; son point d'ébullition était à 98°,5-99°,5. Cette substance est extrêmement volatile et il est très difficile d'éviter, lors de sa combustion, que quelques traces de ses vapeurs ne soient entraînées par le courant d'oxygène jusque dans les appareils d'absorption et ne viennent vicier les résultats des expériences.

» C'est à cette circonstance que je crois devoir attribuer une particularité qui ne s'était encore jamais présentée dans mes recherches sur les chaleurs de combustion : c'est que les quantités de substance calculées d'après l'augmentation de poids des appareils absorbant CO^2, comme ayant été brûlées durant l'expérience, ont toujours été un peu supérieures à celles tirées de la perte de poids de la lampe dans laquelle la combustion se faisait. Les expériences que je cite ont du reste été exécutées de manière que cette différence ne dépassât pas $\frac{1}{2}$ pour 100. En dehors de cette particularité, la combustion de l'heptane est très facile à exécuter; elle est

([1]) Ce travail a été exécuté au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

à peu près complète, et c'est à peine si $0^{gr},02$ ou $0^{gr},03$ de CO^2 se retrouvent après la combustion complémentaire.

» J'ai trouvé pour

$$C^7H^{16} \text{ liquide} + 22O \text{ gazeux} = 7CO^2 \text{ gazeux} + 8H^2O \text{ liquide},$$

	1138680^{cal}
	1137320
	1141070
	1132740
Moyenne....	1137450

» M. Berthelot a trouvé pour les chaleurs de combustion des homologues inférieurs de l'heptane (à pression égale) les nombres suivants :

Hydrure d'éthylène..........	388800^{cal}
Hydrure de propylène	553500
Différence pour CH^2....	164700

» La chaleur de combustion de l'heptane, pour être rendue comparable, devrait être au plus de 6000^{cal} à 8000^{cal}.

» La différence entre le nombre 1145000^{cal} ainsi obtenu pour l'heptane gazeux donne 148000^{cal} pour CH^2; c'est-à-dire que la chaleur de combustion correspondante diminue à mesure que l'équiva lent s'élève, conformément à une relation déjà observée.

» II. L'*hexahydrotoluène* que j'ai étu dié m'a été également donné par M. Beilstein, qui l'a retiré des pétroles de Bakou (Caucase), soigneusement purifié et analysé. Son point d'ébullition était à 101°-102°. J'ai obtenu pour C^7H^{14} liquide $+ 21O$ gaz $= 7CO^2$ gaz $+ 7H^2O$ liquide :

	1097460
	1092590
Moyenne....	1095030

» Le nombre calculé d'après la différence entre les chaleurs de combustion du propylène (507300^{cal}) et de l'éthylène (341400^{cal}) données par M. Berthelot étant 166000^{cal} pour CH^2, on a encore pour le nouveau carbure supposé gazeux 149000^{cal} : ce qui concorde avec l'évaluation précédente.

» En comparant les chaleurs de combustion de l'heptane C^7H^{16} et de

l'hexahydrotoluène C^7H^{14}, on trouve une différence de 42420^{cal}. La différence entre celles de l'hydrure de propylène et du propylène est de 46200^{cal}, et entre l'hydrure d'éthylène et l'éthylène 47400^{cal}. Toutes ces différences, correspondant à 2H en moins, sont fort voisines entre elles.

» Elles sont toutes inférieures à la chaleur dégagée dans la combustion de 2H; par conséquent, on trouve qu'il y a un dégagement de chaleur dans la fixation de 2H sur les hydrocarbures non saturés de la série C^nH^{2n}. Ce dégagement serait de 26580^{cal} dans le cas de l'hexahydrotoluène, de 22800^{cal} dans le cas du propylène, et de 21600^{cal} dans le cas de l'éthylène. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Industrie de la magnésie.* Troisième Note de M. Th. Schlœsing.

« Les eaux mères des marais salants sont une source de magnésie limitée et en possession exclusive des propriétaires des salines; il m'a paru désirable de pouvoir extraire cette substance des eaux de la mer, qui en sont un réservoir inépuisable.

» La magnésie peut être précipitée de l'eau de mer par la chaux, comme de toute autre dissolution plus concentrée. Après précipitation et repos d'un jour, 1^{mc} d'eau marine donne un précipité de magnésie gélatineuse occupant un volume d'environ 80^{lit}. Le traitement d'un cube d'eau considérable dont la magnésie se déposerait dans de vastes bassins serait une opération industrielle parfaitement réalisable, dont l'achat de la chaux serait la plus forte dépense. Après décantation des eaux limpides, on se trouverait en présence d'une boue blanche contenant, pour 40^{lit}, 1^{kg} de magnésie que des appareils de filtration ne pourraient séparer; comment donc en tirer parti? Toute difficulté devait être levée si j'arrivais à convertir la magnésie de cette boue en un composé insoluble, pulvérulent et filtrable, et d'ailleurs directement applicable à la précipitation de l'ammoniaque des vidanges. Le phosphate de magnésie tribasique réalise très heureusement ces diverses conditions.

» Si je mêle à ma boue magnésienne une quantité calculée d'acide phosphorique en dissolution étendue, j'obtiens aussitôt un précipité de phosphate tribasique qui se tasse par le repos, se laisse filtrer sur toile ou dans le filtre-presse et précipite, en quelques minutes, l'ammoniaque à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Cette dernière propriété résulte de l'état de combinaison dans lequel se trouve toujours l'ammoniaque des vidanges;

elle y est combinée à divers acides, fixes ou volatils, qui, en présence du phosphate tribasique, lui emprunte l'un de ses trois équivalents de magnésie pour lui céder en retour leur ammoniaque, d'où résulte un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien.

» Ainsi, pour préparer un produit capable de précipiter rapidement et à froid l'ammoniaque des vidanges et de fournir un puissant engrais, il faut simplement :

» Puiser de l'eau de mer, la traiter par la chaux, laisser reposer vingt-quatre heures, décanter les eaux claires qui retourneront à la mer, mélanger la boue déposée avec une dissolution d'acide phosphorique, laisser déposer de nouveau pour recueillir le précipité.

» Un établissement placé sur notre littoral Ouest ou Nord serait obligé de passer le précipité au filtre-presse ; mais, dans notre Midi, il suffira de le jeter sur la terre nue et de laisser agir le Soleil.

» Cette nouvelle branche de l'industrie de la magnésie exigera que l'extraction de l'acide phosphorique des phosphates minéraux soit pratiquée dans l'établissement même où l'eau de mer sera traitée. Je ne vois pas d'inconvénient à exempter ainsi les usines qui traitent les vidanges du soin de préparer l'acide phosphorique : j'y trouve, au contraire, un très grand avantage, celui de permettre l'exploitation des déjections humaines dans les villes de médiocre importance, où le procédé par distillation ne peut guère s'établir, grevé qu'il est par l'installation d'appareils d'autant plus coûteux qu'ils produisent moins.

» Le phosphate tribasique de magnésie préparé par l'eau de mer n'est pas pur. La boue magnésienne contient les $\frac{8}{100}$ des sels calcaires solubles par lesquels on a remplacé ceux de magnésie dans l'eau de mer; une partie de ces sels calcaires forme du phosphate de chaux tribasique ; en outre, l'acide phosphorique employé contient de l'alumine et de l'oxyde de fer; le produit obtenu est donc un mélange de phosphates de magnésie, de chaux, d'alumine et de fer; mais le premier en constitue au moins les $\frac{4}{5}$, et l'on conviendra que l'usage auquel il est destiné l'exempte de la condition de pureté imposée à d'autres produits.

» Parmi les conceptions industrielles qui s'ajoutent chaque jour aux listes de brevets, il en est qui exigent un long apprentissage avant de passer dans la pratique, soit qu'elles mettent en œuvre des appareils nouveaux, soit que les opérations rencontrent des difficultés imprévues quand elles s'étendent à de grandes masses. Telle était la conception de la fabrication de la soude à l'ammoniaque, quand un membre éminent de l'Aca-

démie, M. E. Rolland, et moi, en avons réalisé la première application en France. D'autres, au contraire, échappant aux périlleuses questions des appareils, des vases et des masses, sont à coup sûr applicables en grand, quand les projets d'installation ont été étudiés dans toutes leurs parties; tel est le cas de la fabrication du phosphate de magnésie par l'eau de mer. Je puis donc, sans trop de témérité, envisager un instant sa destinée probable. Il me semble qu'elle est appelée à transformer l'industrie des superphosphates; je veux dire que le traitement des phosphates naturels par l'acide sulfurique, au lieu de s'arrêter à mi-chemin pour livrer des produits de valeur variable et quelque peu incertaine, devra pousser jusqu'au bout la réaction de l'acide sulfurique et faire de l'acide phosphorique libre, qui sera ensuite combiné à la magnésie, puis à l'ammoniaque, pour arriver à un produit à peu près constant par sa composition et sa valeur commerciale; il est possible encore que la nouvelle industrie, évidemment mieux placée sur notre littoral méditerranéen que sur d'autres rivages baignés par les mers septentrionales, affranchisse notre agriculture du tribut qu'elle paye aujourd'hui à l'Angleterre en lui achetant la majeure partie des superphosphates qu'elle consomme.

» En résumé, les eaux mères des marais salants et toute dissolution de sels magnésiens qui n'est pas trop étendue se prêtent à la fabrication de l'hydrate de magnésie, que l'on peut faire servir ensuite soit à précipiter l'ammoniaque de ses dissolutions, soit à tout autre usage, tel, par exemple, que la confection des briques réclamées par la métallurgie. L'eau de mer, de son côté, peut servir à la production économique de phosphate de magnésie tribasique, immédiatement applicable à la précipitation de l'ammoniaque à froid. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'acide salicylique dans les substances alimentaires, au moyen de la colorimétrie.* Note de MM. **H. Pellet** et **J. de Grobert.**

« Il a été reconnu que les procédés de dosage de l'acide salicylique, fondés sur le titrage acidimétrique du résidu fourni par l'évaporation de l'éther ayant servi au traitement des liquides salicylés, donnent des résultats exagérés, par suite de la solubilité, dans ce réactif, de divers acides Nous avons reconnu, de plus, qu'en substituant la benzine à l'éther, on avait des pertes plus ou moins considérables d'acide salicylique volatilisé, pen-

dant les évaporations successives d'eau et de benzine. Ces pertes peuvent atteindre 89 pour 100 de l'acide ajouté.

» La méthode de dosage par la colorimétrie, déjà appliquée dans ce but par M. Rémont, nous a paru donner des résultats très exacts; mais notre procédé diffère en plusieurs points, et nous croyons devoir le soumettre à l'Académie.

» 1° On prépare une série de huit tubes à essai, de $0^{m},20$ à $0^{m},22$ de hauteur, et de $0^{m},015$ à $0^{m},018$ de diamètre, dans lesquels on met successivement 1^{cc}; $0^{cc},75$; $0^{cc},5$; $0^{cc},4$; $0^{cc},3$; $0^{cc},2$; $0^{cc},1$; $0^{cc},05$ d'une solution d'acide salicylique à 1^{gr} par litre.

» 2° On complète le volume de 10^{cc} avec de l'eau distillée.

» 3° On ajoute trois gouttes de perchlorure de fer très étendu (1005 à 1010 de densité) pour le premier tube; deux gouttes pour le deuxième et le troisième; pour les autres, une goutte suffit. Pour le dernier même, on n'a qu'à toucher légèrement la paroi intérieure du tube avec l'extrémité de la pipette effilée contenant le perchlorure de fer. *Un excès de sel de fer modifie considérablement la teinte produite.*

» 4° On prend ensuite 100^{cc} de vin, par exemple, auxquels on ajoute 100^{cc} d'éther et cinq gouttes d'acide sulfurique à 30° B. pour déplacer l'acide salicylique de ses combinaisons, malgré l'acidité. Agiter, laisser reposer, décanter l'éther surnageant soit avec une pipette, soit à l'aide d'un petit appareil à poire en caoutchouc, ce qui évite l'absorption de vapeurs d'éther. Si la séparation des deux couches n'est pas nette, ajouter un peu d'alcool. On renouvelle ainsi encore deux fois l'opération du traitement.

» 5° L'éther décanté est distillé rapidement au bain-marie.

» 6° Le résidu est transvasé dans une capsule de porcelaine de $0^{m},06$ à $0^{m},08$ de diamètre. On lave le ballon avec quelques centimètres cubes d'éther, et l'on met le tout quelques instants au-dessus d'une étuve (35° à 50°) pour chasser la plus grande partie de l'éther.

» 7° Ajouter au maximum $1^{cc},5$ d'une solution de soude caustique dont $10^{cc} = 0^{gr},4$ NaO. Cette quantité est capable de saturer environ $0^{gr},2$ d'acide salicylique, soit 2^{gr} par litre de la substance à analyser, quantité qui n'est pas utilisée ordinairement. Si le résidu, malgré cette addition de soude, est encore acide, c'est surtout à l'acide acétique qu'est due cette acidité. Par l'évaporation à sec, au bain-marie, cet excès d'acide est éliminé et l'acide salicylique est retenu à l'état de salicylate, car l'acide salicylique déplace l'acide acétique de ses combinaisons.

» D'un autre côté, il est inutile de saturer une plus grande quantité

d'acide acétique qui, du reste, ultérieurement, nuirait à la netteté de la coloration violette.

» Il est bien entendu que, si l'acidité du résidu est faible, on ne met que deux, trois ou quatre gouttes de soude caustique.

» 8° Le résidu de cette deuxième évaporation à sec est additionné de cinq gouttes d'acide sulfurique à 30° B; puis on verse 20^{cc} de benzine.

» 9° On fait passer le tout dans un tube à essai : on agite et on filtre la benzine.

» 10° Prendre 10^{cc} de benzine filtrée et les placer dans un tube à essai, de même dimension que ceux qui renferment les colorations types.

» 11° Ajouter 10^{cc} d'eau distillée et une ou deux gouttes de perchlorure étendu; agiter à plusieurs reprises. Tout l'acide salicylique, s'il y en a, passe dans la partie inférieure du liquide et y détermine la coloration violette.

» On compare la teinte obtenue avec l'un des tubes témoins : si elle est exactement celle de l'un des tubes, le calcul est simple.

» *Exemple.* — Admettons que la coloration corresponde au tube 4 dont $10^{cc} = 0^{gr},0004$ d'acide salicylique. On a donc également $0^{gr},0004$ d'acide salicylique dans les 10^{cc} de liquide provenant des 10^{cc} de benzine, soit $0^{gr},0008$ pour les 20^{cc} de benzine ou pour 100 de vin. Par litre, on aurait donc $0^{gr},008$ d'acide salicylique.

» Si la coloration est intermédiaire entre le 1 et le 2, par exemple, on étend d'eau distillée jusqu'à ce que l'on obtienne exactement la coloration du 2 : on note le volume ajouté; le calcul est encore très simple.

» En ajoutant des quantités diverses d'acide salicylique à des vins, nous avons reconnu qu'en moyenne on ne retrouvait que 93 pour 100, par suite de pertes inévitables. Le résultat doit donc être divisé par 0,93. Pour éviter cette opération, on n'a qu'à remplacer la solution normale d'acide salicylique à 1^{gr} par une autre à $0^{gr},93$, ce qui tiendra compte des pertes.

» Sur deux échantillons de vin acidifiés par l'acide acétique et salicylés à des doses diverses et inconnues de nous, nous avons trouvé, par litre :

	Acide salicylique	
	retrouvé.	ajouté.
I.	0,085	0,084
II.	0,123	0,126

» On ne peut être plus exact.

» Le dernier tube coloré de notre série permet de reconnaître et de doser

$0^{gr},005$ par kilogramme de matière, ou $\frac{5}{10000000}$, avec une exactitude suffisante. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la matière sucrée contenue dans la graine du* Soja hispida (*Münch*). Note de M. A. **Levallois**.

« Cette Note a pour but d'ajouter quelques faits à l'histoire de la matière sucrée dont j'ai signalé la présence, en grande quantité, dans la graine du *Soja hispida* (1).

» Cette substance, que je n'ai pu encore obtenir à l'état cristallisé, est douée d'une saveur légèrement sucrée; précipitée de sa solution alcoolique par l'éther, puis desséchée à 100° dans le vide, elle fournit une masse spongieuse très déliquescente. Elle ne réduit pas la liqueur cupropotassique, mais, traitée à chaud par les acides minéraux très dilués, elle se transforme, au bout de quelques instants, en glucose réducteur; l'action de l'acide acétique est beaucoup plus lente. Elle a un pouvoir rotatoire dextrogyre d'environ 115°; par l'inversion, ce pouvoir rotatoire s'affaiblit notablement, sans changer de signe, et se rapproche de 35°.

» Cette matière sucrée fermente très rapidement et intégralement sous l'influence de la levûre de bière; le ferment inversif de la levûre la transforme en glucose : cette action est donc analogue à celle qui se produit avec le sucre de canne. Chauffée avec de l'acide azotique, elle fournit de l'acide mucique et de l'acide oxalique.

» Cette substance paraît donc être une matière sucrée distincte : elle présente de l'analogie avec le sucre de canne, par quelques-unes de ses propriétés, mais elle s'en écarte par la production d'acide mucique, ce qui la rapproche du mélitose.

» Je continue l'étude de cette substance et de ses dérivés. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la transmission de la tuberculose. Infection par les jus de viandes chauffés.* Note de M. H. **Toussaint**, présentée par M. Bouley.

« Le 29 mars 1880, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les premiers résultats que m'ont donnés des recherches sur la tuberculose. Il s'agissait, dans cette Note, de huit porcs, infectés soit par ingestion de pou-

(1) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1293.

mon tuberculeux de vache, soit par l'inoculation du sang d'un jeune porc, issu d'une mère tuberculeuse, qu'il avait tetée et qui était morte de cette maladie.

» Dans la séance du 28 juin 1880, M. Bouley a bien voulu présenter de ma part un flacon renfermant des fragments de poumon, de foie, de rate, de centre phrénique, de diaphragme, de ganglions, présentant des lésions très avancées, obtenus sur un porc de cinq mois, après l'injection sous-cutanée de 2^{cc} de jus de muscle de vache tuberculeuse, exprimée avec la presse du commerce.

» Depuis cette époque, j'ai étudié la tuberculose dans ses différents modes d'infection, et je puis dire, après un grand nombre d'expériences faites sur des porcs, des lapins et des chats, qu'*aucune maladie contagieuse ne possède une plus grande virulence*. L'inoculation au lapin donne des résultats aussi certains que le charbon; il en est de même des autres espèces employées aux expériences.

» Dans la tuberculose, tous les liquides de l'économie, le mucus nasal, la salive, la sérosité des tissus, l'urine, sont virulents et peuvent donner la maladie. Quant au virus lui-même, dont je ferai connaître la nature dans une prochaine Note, il résiste et conserve son action à la température qui *tue la bactéridie du charbon*.

» Si, dans l'espèce humaine, la tuberculose paraît moins virulente, c'est que souvent elle s'y montre avec une forme chronique lente, qui peut durer des années et même guérir quelquefois; elle n'en est pas moins redoutable, et les médecins savent que l'on pourrait compter les faits de guérison de cette maladie. La contagion est aussi très difficile à constater, en raison de l'apparition tardive des phénomènes.

» Voici les expériences qui démontrent la *résistance du virus, et le danger de l'emploi de la viande et des débris des animaux tuberculeux*.

» 1° J'ai extrait, avec une presse, d'un poumon de vache tuberculeuse, présentant un œdème du lobe antérieur, une assez grande quantité de jus, peu chargé de virus, presque transparent. $1^{cc},5$ de ce liquide a été injecté sous la peau de la partie inférieure de l'oreille d'un *jeune porc* et dix gouttes à *deux lapins*.

» Puis j'ai injecté les mêmes quantités de ce liquide, porté dans un bain-marie à 55°-58° pendant dix minutes, à *quatre porcs* et à *quatre lapins*, dans la même région.

» Ces animaux, placés dans des loges différentes, ont été mis en observation. J'ai constaté très facilement le développement et la marche ordinaire de la maladie : tubercule local, et engorgement dur du ganglion parotidien.

» L'infection générale est arrivée très vite chez tous ces animaux; chose assez curieuse, les lapins qui avaient reçu le liquide chauffé moururent avant les autres.

» L'un des porcs fut tué deux mois après l'injection : l'autopsie montra un tubercule local caséeux, un ganglion parotidien énorme, renfermant déjà des points crétacés. Dans le poumon, grande quantité de granulations grises ; tubercules dans la rate et le foie.

» Après le troisième mois, un second porc fut tué en même temps que le témoin qui avait reçu du jus non chauffé. La différence entre les lésions des deux porcs était très faible; il y avait cependant un état plus avancé chez le dernier.

» Les tubercules pulmonaires des porcs ayant reçu le jus chauffé furent ensuite inoculés à des lapins qui devinrent tuberculeux. Deux de ces lapins tués après trois mois ont montré de nombreuses lésions dans le poumon, la rate, les reins et les séreuses.

» Deux des porcs inoculés avec le jus chauffé sont encore vivants après cinq mois; l'un d'eux cependant est près de sa fin.

» Des quatre lapins inoculés avec le liquide chauffé, l'un est mort accidentellement après trente-cinq jours ; le ganglion parotidien était caséeux, mais l'infection générale n'existait pas encore. Les autres lapins sont morts avec tuberculose généralisée, du cent soixante-quatrième au cent soixante-dixième jour ; l'un d'eux même présentait des lésions osseuses extrêmement développées aux membres antérieurs; les articulations de l'épaule et du bras renfermaient un pus caséeux, les surfaces articulaires et même une partie des dioplyses étaient complètement détruites.

» Quant aux lapins témoins inoculés avec le jus non chauffé, l'un fut tué quarante-trois jours après l'inoculation. Il présentait des tubercules gris nombreux dans le poumon et le foie. Le second, une lapine vit encore; depuis son inoculation elle a fait trois portées; dans la première, les petits sont morts le lendemain de leur naissance; la deuxième comprenait cinq petits qui sont conservés, ainsi que ceux de la dernière portée, pour l'étude de l'hérédité. Comme la mère a en ce moment une tuberculose très avancée, il sera intéressant de constater les états successifs par lesquels passeront les petits.

» 2° *Des tranches de muscles de la cuisse d'une truie tuberculeuse sont placées sur un réchaud et exposées à la chaleur du gaz,* on les cuit à peu près comme les biftecks qui donnent le jus rouge. On exprime ensuite ces tranches sous la presse et le liquide qui en est obtenu est inoculé à deux lapins ; deux autres reçoivent du jus de muscle non chauffé. *Ces derniers sont morts en cent vingt jours, presque en même temps, avec une pneumonie caséeuse et des tubercules dans tous les tissus.*

» Des deux lapins qui avaient reçu le jus chauffé, l'un fut tué le cinquante-sixième jour après l'inoculation, et l'on constata des lésions locales et ganglionnaires, des granulations grises dans le poumon, l'épiploon et la rate; l'autre est encore vivant, mais il maigrit et s'étiole : il mourra avant peu.

» Ces faits sont significatifs; ils démontrent avec évidence le danger des viandes crues et du jus de muscle à peine chauffé que l'on donne aux enfants et aux personnes débiles. L'infection se fait aussi facilement par l'ingestion que par l'inoculation. Il est même plus vrai de dire que la maladie inoculée par l'appareil digestif marche avec une plus grande rapidité, car tous les ganglions intestinaux peuvent être attaqués en même temps,

ce qui implique que les points d'inoculation sont plus nombreux que dans la piqûre simple à la peau.

» C'est généralement la viande du bœuf et de la vache qui est employée à faire le jus de viande; or beaucoup de ces animaux sont tuberculeux, et, lorsqu'on rencontre dans le poumon des granulations grises, on peut affirmer que l'infection est complète. Cependant, dans les abattoirs, on ne refuse guère que les animaux dont le poumon est entièrement malade. J'ai vu, plusieurs fois, des poumons renfermant jusqu'à 35^{kg} et même 40^{kg} de matière tuberculeuse provenant de vaches dont la viande avait été mise en vente. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Les injections de virus rabique dans le torrent circulatoire ne provoquent pas l'éclosion de la rage et semblent conférer l'immunité. La rage peut être transmise par l'ingestion de la matière rabique.* Note de M. V. GALTIER, présentée par M. Bouley.

« Depuis que j'ai entrepris des recherches sur la rage, j'ai eu l'occasion d'injecter un certain nombre de fois le virus rabique dans la veine jugulaire du mouton, et je n'ai jamais vu apparaître la maladie. Bien plus, les divers sujets qui ont été inoculés de la sorte, une première fois, ayant été dans la suite utilisés pour d'autres expériences, et ayant été inoculés avec le même virus, mais par d'autres procédés, n'ont pas davantage contracté la rage. Voici, à ce sujet, les principaux faits que je trouve consignés dans mon registre d'expériences :

» 1° Le 4 mai 1879, inoculation de deux moutons dont l'un reçoit le virus *dans la jugulaire* et l'autre dans le tissu conjonctif sous-cutané; ce dernier devient enragé le 10 juin et meurt deux jours après; l'autre résiste, il est inoculé de nouveau de la rage par un procédé différent, le 9 octobre et le 23 décembre, mais il ne devient pas enragé et il est utilisé pour d'autres recherches le 11 mars 1880.

» 2° Le 9 octobre 1879, trois moutons sont inoculés avec du virus rabique, *deux par piqûres* et scarifications et un par *injection intra-veineuse;* les deux premiers meurent de la rage le 26 octobre et le 7 novembre; l'autre vit encore le 26 mars 1880; il est réinoculé par piqûres et scarifications à cette date et le 8 juillet; il est sacrifié le 19 décembre 1880 sans avoir contracté la rage.

» 3° Le 19 décembre 1879, deux moutons reçoivent de la salive rabique : l'un par injection hypodermique et l'autre *par injection intra-veineuse ;* le premier succombe à la rage le 24 janvier 1880; l'autre, bien portant le 24 février, est depuis ce moment réinoculé

de la rage à trois reprises différentes par d'autres procédés; le 9 décembre 1880, deux mois après la dernière inoculation, il est employé pour d'autres recherches.

» 4° Le 31 décembre 1879, inoculation de deux lapins par piqûres et de *deux moutons par injection intra-veineuse*. Mort des deux lapins (rage) le 17 et le 22 janvier 1880. Réinoculation par scarifications des deux moutons le 20 mars, le 14 mai et le 18 juillet 1880; état de santé parfait de ces deux sujets le 9 décembre 1880.

» 5° Le 19 avril 1880, inoculation de deux lapins par piqûres et d'un *mouton par injection intra-veineuse*; mort des deux lapins (rage), le 30 avril et le 9 mai; réinoculation du mouton par piqûres et injection hypodermique le 24 juin et le 17 octobre; utilisation du sujet pour d'autres recherches à la date du 25 janvier 1881.

» 6° Le 3 février 1881, deux moutons reçoivent du virus rabique : l'un en injection hypodermique, l'autre en injection *intra-veineuse;* le premier meurt de la rage le 2 mars; l'autre résiste; il est réinoculé par piqûres et scarifications le 13 et le 27 mars, et il se porte bien à la date du 28 juillet.

» 7° Le 13 mars 1881, inoculation d'une chèvre et de trois moutons : l'un des moutons est inoculé par piqûres et meurt de la rage le 22 avril; les *deux autres moutons et la chèvre* sont inoculés par injection intra-veineuse le 13 mars, puis réinoculés par scarifications le 27 mars; ils se portent bien le 28 juillet et seront réinoculés encore.

» 8° Le 19 février 1881, cinq lapins reçoivent en boisson un mélange d'eau et de salive rabique très riche en virus; trois résistent et deux meurent de la rage le 2 mars et le 9 mars. »

» Les conclusions qui se dégagent de ces faits sont les suivantes :

» 1° Les injections de virus rabique dans les veines du mouton ne font pas apparaître la rage et semblent conférer l'immunité.

» 2° La rage peut être transmise par l'injection de la matière rabique; et, bien que le lieu où se fait l'inoculation en pareil cas n'ait pas encore été déterminé, il n'en est pas moins démontré qu'il y a danger de contracter la maladie pour toute personne et pour tout animal qui, en quelque circonstance que ce soit, vient à introduire du virus rabique dans les voies digestives.

» J'entreprends la vérification de la donnée de l'immunité par l'injection intra-veineuse, en expérimentant *sur le chien,* et je suis en voie de m'assurer si l'injection intra-veineuse du virus, *pratiquée le lendemain ou le surlendemain d'une morsure ou d'une inoculation rabique, peut encore préserver de la rage.* »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *L'héméralopie et les fonctions du pourpre visuel.* Note de M. **Parinaud**, présentée par M. Vulpian.

« Une Note de MM. Macé et Nicati, du 13 juin, m'oblige à préciser l'explication que j'ai donnée de l'héméralopie.

» Cette affection est essentiellement caractérisée par un affaiblissement considérable de la sensibilité pour la lumière. Chez un malade, je l'ai trouvée, à certains moments, inférieure à $\frac{1}{300}$. Cette anesthésie est d'une nature particulière, car elle existe dans d'autres affections avec des caractères différents, sans donner lieu à la cécité nocturne. Il s'agit dans ce cas de lésions des éléments nerveux. Si l'on considère que les affections oculaires produisant l'héméralopie intéressent, au contraire, la couche pigmentaire, organe de sécrétion du pourpre, on est conduit à penser qu'elles altèrent la sensibilité à la lumière en modifiant cette substance. Le pourpre sert manifestement d'intermédiaire à l'excitation lumineuse. La sensibilité à la lumière peut donc être modifiée de deux manières : par lésion des éléments excitables et par altération de la substance excitante. Ce dernier processus est celui de l'héméralopie. Ainsi expliquée, la torpeur rétinienne échappe aux objections formulées contre la théorie de Förster et donne la raison des particularités suivantes : l'anesthésie oculaire se développe le soir, parce que le pourpre altéré ne réagit plus sous les faibles intensités de lumière diffuse. Une lumière trop vive développe la cécité nocturne ou l'exagère, parce qu'elle détruit le pourpre. L'héméralopie essentielle s'accompagne parfois d'un trouble léger des membranes profondes de l'œil, parce qu'elle relève d'une lésion de la couche pigmentaire. Enfin la vision centrale, par un contraste remarquable, conserve son acuité sans même qu'il soit nécessaire d'un éclairage plus fort que dans l'état normal (Reymond de Turin), parce que *le pourpre n'imbibe que les bâtonuets* (Kühne) et que la *macula*, qui ne renferme que des cônes, ne saurait être directement intéressée par l'altération de cette substance.

» Certaines affections fournissent d'ailleurs la contre-épreuve de ce que l'on observe dans l'héméralopie. Dans l'amblyopie alcoolique, par exemple, on peut observer une altération profonde de la vision centrale, au double point de vue de la perception des formes et des couleurs, alors que la sensibilité pour la lumière est normale.

» Ces faits pathologiques tendent à établir qu'il y a deux espèces de sensibilité oculaire pour la lumière. La première nous donne une sensation

lumineuse diffuse, indépendante de toute perception de couleur et de forme. C'est la sensation de *clarté*. Elle est l'attribut des bâtonnets impressionnés par le pourpre.

» La seconde, qui est celle des cônes, nous donne les sensations lumineuses définies qui concourent à la perception des objets, laquelle repose essentiellement sur la propriété de ces éléments de recevoir des impressions lumineuses géométriquement distinctes et de transmettre au sensorium des différences très délicates d'intensité lumineuse et chromatique.

» Ces deux espèces de sensibilité se distinguent d'ailleurs, dans le champ visuel, par une délimitation différente qui correspond précisément à la disposition des bâtonnets et des cônes.

» L'indépendance des deux espèces de sensibilité pour la lumière ne doit pas être considérée comme absolue. Elles sont unies par des rapports fonctionnels qu'il est difficile de préciser.

» Le pourpre n'a pas dans la vision l'importance qu'on a été tenté de lui attribuer après la découverte de Boll. Il est en rapport avec un mode d'impression particulier de la lumière sur les bâtonnets qui nous donnent la sensation de clarté. Un des résultats de l'imbibition des éléments nerveux par cette substance serait de les rendre plus sensibles aux faibles intensités de lumière diffuse. On conçoit que certains animaux dépourvus de pourpre conservent néanmoins une excellente acuité de la vision. Il est probable, toutefois, qu'ils sont plus ou moins héméralopes. Des expériences que j'ai faites sur des poules et des pigeons, dont les yeux n'ont pas de pourpre, ne laissent guère de doute à cet égard. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les applications des moteurs électriques.* Note de M. G. TROUVÉ, présentée par M. Th. du Moncel.

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie, dans sa séance du 7 juillet 1880, un nouveau moteur électrique, fondé sur l'excentricité des joues de la bobine de Siemens. Par des études successives, qui m'ont permis de réduire le poids de tous les organes du moteur, je suis arrivé à lui faire produire un rendement qui me paraît remarquable.

» Un moteur du poids de 5^{kg}, actionné par $6^{él}$ secondaires de Planté, produisant un travail effectif de 7^{kgm} par seconde, fut placé, le 8 avril dernier, sur un tricycle dont le poids, y compris le cavalier et les piles, s'élevait à 160^{kg}, et l'entraîna à la vitesse de 12^{km} à l'heure.

» Le même moteur, placé le 26 mai sur un bateau de $5^{m},50$ de long sur

1^m^,20 de large, contenant trois personnes, lui a imprimé une vitesse de 2^m^,50 en descendant la Seine au Pont-Royal et 1^m^,50 en remontant le fleuve. Le moteur était actionné par deux batteries de piles au bichromate de potasse, de 6^él^ chacune, et le propulseur était une hélice à trois branches.

» Le 26 juin, je renouvelai l'expérience sur l'eau tranquille du lac supérieur du bois de Boulogne, avec une hélice à quatre branches, de 0^m^,28 de diamètre et 12^él^ de Bunsen plats, genre Ruhmkorff, chargés avec 1 partie d'acide chlorhydrique, 1 partie d'acide azotique et 2 parties d'eau dans le vase poreux, afin d'atténuer le dégagement des vapeurs hypoazotiques.

» La vitesse, au début, mesurée au moyen d'un loch ordinaire, a atteint très exactement 150^m^ en quarante-huit secondes, ou un peu plus de 3^m^ par seconde; mais, au bout de trois heures de fonctionnement, elle était descendue à 150^m^ en cinquante-cinq secondes. Après cinq heures de marche, la vitesse était encore de 2^m^,30 par seconde; car les 150^m^ étaient parcourus en soixante-cinq secondes. »

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

ERRATA.

(Séance du 18 juillet 1881.)

Page 108, dernière ligne, *au lieu de* sa collimation, *lisez* la collimation.
Page 112, ligne 14 en remontant, *au lieu de* anomales, *lisez* anormales.

(Séance du 25 juillet 1881.)

Transporter le deuxième et le troisième alinéa de la page 222 après le deuxième alinéa de la page 223.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 AOUT 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que la séance ordinaire du 15 août est remise au lendemain, mardi 16 août.

M. le **Président** donne lecture d'une Lettre par laquelle M. *Henri Chasles* lui annonce l'hommage fait à l'Académie d'un buste en marbre de notre regretté confrère *Michel Chasles*.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation du perchlorate de potasse.* Note de MM. **Berthelot** et **Vieille**.

« Nous avons déterminé la chaleur de formation du perchlorate de potasse, en mélangeant ce corps dans une proportion exactement équivalente avec une matière combustible, explosive par elle-même, et dès lors susceptible de donner lieu à une réaction instantanée, telle que le picrate de potasse et le picrate d'ammoniaque. Cette même matière étant brûlée d'autre part par l'oxygène libre, la différence entre les deux quantités de chaleur mesurées représente l'excès de la chaleur développée par la réaction de l'oxygène libre sur la chaleur développée par la réaction de l'oxygène

combiné; c'est-à-dire la chaleur (absorbée ou dégagée) par la décomposition du perchlorate de potasse en oxygène libre et chlorure de potassium

$$ClO^8K \text{ solide} = KCl \text{ solide} + O^8.$$

» Cette quantité résulte ainsi de deux données expérimentales; seulement elle est indépendante des chaleurs de combustion du carbone, de l'hydrogène, du potassium, etc.

» On a vérifié chaque fois que le poids du chlorure de potassium formé (transformé en chlorure d'argent) était, à $\frac{1}{200}$ près, celui qui répondait à la décomposition complète du perchlorate. La combustion du picrate, au contraire, n'a pas été trouvée complète lors des premiers essais faits dans une atmosphère d'azote, un certain déficit ayant été observé sur l'acide carbonique : déficit représenté par le charbon libre et l'oxyde de carbone (¹); c'est pourquoi nous avons cru devoir opérer dans une atmosphère d'oxygène, qui complète la combustion, ainsi que nous l'avons vérifié par le dosage de l'acide carbonique. Trois séries d'expériences ont été exécutées : avec le picrate de potasse, avec le picrate d'ammoniaque et avec l'acide picrique; mais les deux premières séries ont seules donné des résultats satisfaisants, la combustion de l'acide picrique n'ayant jamais été totale, probablement à cause d'une certaine volatilité de ce corps.

» Les nombres obtenus avec le picrate de potasse brûlé, d'une part par l'oxygène pur, d'autre part par le perchlorate, diffèrent de $8^{Cal},6$; les nombres obtenus avec le picrate d'ammoniaque, de $6^{Cal},5$; résultat aussi concordant qu'on pouvait l'espérer pour des valeurs qui représentent la différence de nombres beaucoup plus grands. Nous adopterons la moyenne, $-7^{Cal},5$, comme répondant à la réaction

$$ClO^8K \text{ solide} = KCl \text{ solide} + O^8 \text{ gaz}.$$

» Cette décomposition, exécutée à la température ordinaire, absorberait donc de la chaleur, contrairement à ce qui arrive par la décomposition similaire du chlorate de potasse, qui dégage $+11^{Cal},0$.

» Depuis les éléments, il est facile de calculer la chaleur de formation

(¹) Une fraction correspondante de l'oxygène du perchlorate devient libre, par suite de la décomposition simultanée de ce sel, mais ceci ne change rien au calcul. Rappelons en outre que la combustion du picrate de potasse transforme la potasse en bicarbonate, comme nous l'avons vérifié.

du perchlorate de potasse, en admettant, d'après M. Thomsen, que celle du chlorure de potassium

$K + Cl = KCl$ solide, dégage........................ $+105^{Cal},0$

Dès lors

$Cl + O^8 + K = ClO^8K$ solide, dégage............... $+112^{Cal},5$ »

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs spécifiques et chaleurs de dilution de l'acide perchlorique.* Note de M. **Berthelot.**

« I. Voici quelques données que j'ai déterminées dans le cours de mes recherches sur l'acide perchlorique.

» Les chaleurs spécifiques moléculaires des dissolutions de cet acide, entre 40° et 15°, peuvent être représentées par la formule empirique suivante, qui s'applique depuis $n = 6$ aux dissolutions $ClO^8H + nHO$.

$$C = 18n - 2.3 + \frac{273,8}{n} - \frac{742,2}{n^2}.$$

» Voici les résultats expérimentaux :

Composition.	Chaleur spécifique pour l'unité de poids		Chaleur moléculaire.
ClO^8H+	trouvée.	calculée.	nHO +
6,17 HO.............	0,501	0,5005	22,63
10,8 HO.............	0,575	0,572	17,1
19,18 HO.............	0,6705	0,669	10,5
92,7 HO.............	0,893	0,893	0,6
1180 HO.............	0,993	0,994	0,0

» II. Les *chaleurs de dilution* ont été mesurées sur les liquides suivants :

Composition. $ClO^8H + nHO$.	Dilution totale jusqu'à 1200 HO. Chaleur dégagée.	Dilution progressive par n' HO additionnels. Quantité d'eau $= n'$.	Chaleur dégagée (état liquide).
$n = 0$ (acide pur liquide)...	+ 20,3 à 13°	$n' = 2$......................	+ 8,6
$n = 2$ » (cristallisé).	+ 7,72 à 18°		
» liquide (d'après la courbe)...	+ 11,7 »	$n' = 2$......................	+ 6,4
$n = 2,86$...............	+ 7,37 à 18°		
$n = 4$ (d'après la courbe)..	+ 5,3 »	$n' = 2,17$..................	+ 4,1
$n = 4,65$...............	+ 4,36 à 21°		

Composition. $ClO^8H + nHO$.	Dilution totale jusqu'au 1 200 HO. Chaleur dégagée.		Dilution progressive par n'HO additionnels. Quantité d'eau = n'.	Chaleur dégagée (état liquide).
$n=$ 6,17	+ 1,23	»	$n'=$ 2,13 à 12°	+ 1,345
$n=$ 8,3	+ 0,60	»	$n'=$ 2,13 à 13°	+ 0,63
$n=$ 10,43	+ 0,31	»	$n'=$ 2,13 à 13°,5	+ 0,29
$n=$ 12,56	+ 0,048	»	$n'=$ 6,4 à 13°	+ 0,285
$n=$ 19	− 0,237	»	$n'=$ 73,7 à 13°	− 0,144
$n=$ 92,7	− 0,093	»	$n'=$ 100 à 14°	− 0,068
$n=$ 193	− 0,025	»	$n'=$ 200 à 14°	− 0,025
$n=$ 393	− 0.00	»	$n'=$ 800 à 14°	0,00

» Les résultats de la deuxième colonne (dilution totale) peuvent être représentés par une courbe de forme hyperbolique. A partir de l'acide le plus concentré, jusque vers $n = 4$, la courbe se confond presque avec sa tangente; puis elle s'infléchit rapidement de $n = 6$ à $n = 19$. Dans cette portion de la courbe, lorsque les quantités d'eau ajoutées croissent en progression arithmétique, les quantités de chaleur dégagées décroissent sensiblement en progression géométrique; relation assez générale et signalée déjà dans beaucoup d'autres cas ([1]). Vers $n = 20$, on arrive à un liquide tel que toute addition d'eau y détermine une absorption de chaleur, notable d'abord, puis décroissante. La courbe coupe l'axe des x pour $n = 19,7$; elle s'abaisse au-dessous, puis elle remonte et s'en rapproche asymptotiquement, à mesure que la dilution s'accroît.

» Cette marche singulière de la courbe d'hydratation n'est pas propre à l'acide perchlorique; je l'ai déjà signalée et discutée pour l'acide azotique, pour la soude, etc. Elle est constatée ici vers 13°; mais elle se modifie avec la température, de telle façon que, un peu au-dessus de 20°, toute dilution donne lieu à de la chaleur, comme je l'ai vérifié; mais je ne crois pas utile de revenir sur les considérations que j'ai développées à cet égard, spécialement en ce qui touche les relations qui existent entre les changements de la courbe d'hydratation avec la température et les chaleurs spécifiques moléculaires ([2]). »

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 403 et 404.

([2]) *Id.*, t. I, p. 520 à 522, 399 à 401.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Note relative à la Communication, faite dans la séance dernière par M. Bouley, d'expériences de M.* Toussaint *sur l'infection produite par des jus de viandes chauffés;* par M. **Chevreul.**

« On se tromperait beaucoup, si l'on pensait qu'en demandant la parole dans la dernière séance, à la suite de la Communication, faite à l'Académie par M. Bouley, d'une Note de M. Toussaint relative à *l'infection par des jus de viandes chauffés,* j'eusse l'intention de faire la moindre critique d'expériences que je n'ai pas vues; mon désir se bornait à m'instruire sur un sujet que je n'ai jamais perdu de vue, à savoir l'*analyse immédiate des produits matériels des êtres vivants.*

» Depuis la dernière séance, j'ai lu la Note de M. Toussaint insérée aux *Comptes rendus,* et cette lecture m'a donné trop à penser pour que ce que je pourrais dire à cette occasion eût quelque utilité. Ce travail m'apprend que les jus des viandes examinés par M. Toussaint, exposés dix minutes dans un bain-marie, à une température de 55° à 58°, ont donné la *tuberculose* à quatre porcs et quatre lapins.

« Mais *ce fait* suffit-il pour *démontrer* absolument l'insuffisance de la *cuisson* lorsqu'il s'agit de détruire l'infection de jus de viandes soumis à l'expérience? C'est ce que je ne peux admettre, d'après l'ensemble de mes recherches sur *l'analyse organique immédiate* et de mes expériences sur la *cuisson;* dès lors je me trouve dans la nécessité d'exposer un ensemble de travaux qui me paraissent ignorés aujourd'hui, afin d'insister d'une manière toute particulière sur la *cuisson de l'albumine* en particulier, et en général sur celle des *viandes et des légumes.* Ces motifs me déterminent à reprendre ce sujet au *point de vue* de l'application de l'analyse chimique immédiate à la constitution matérielle des êtres vivants.

» En ce moment, je demande à l'Académie qu'elle veuille me permettre d'ajourner ce travail à l'époque où j'aurai terminé mes recherches sur la vision des couleurs, recherches dont l'origine remonte à 1826, et qui m'ont donné la conviction qu'un certain nombre de contemporains croient que mes publications sur la vision sont de pures spéculations dénuées de toute expérience. »

CHIMIE. — *Recherches sur les chlorures anhydres de gallium;* par M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« Le gallium est facilement attaqué à froid par le chlore sec, avec dégagement considérable de chaleur. Si l'on chauffe modérément le tube dans lequel s'opère la réaction, ou s'il y a une quantité notable de métal, celui-ci s'entoure d'une flamme pâle de couleur livide.

» Lorsque le courant de chlore est très lent, le métal, convenablement chauffé, ne tarde pas à être baigné par un liquide incolore très réfringent, peu volatil, contenant principalement du protochlorure. En présence d'un excès de chlore, le composé formé est également incolore, mais beaucoup plus fusible et plus volatil; c'est du perchlorure, qui se sublime aisément, à la chaleur d'une flamme d'alcool, en beaux cristaux blancs allongés.

» L'attaque du gallium s'opère avantageusement dans un tube de verre horizontal divisé en plusieurs ampoules par des étranglements. Le métal est placé dans la deuxième ampoule à partir de l'extrémité d'arrivée du chlore, la première ampoule étant chauffée de façon à empêcher le reflux des chlorures liquides, qui rampent aisément le long des parois. Du chlore et de l'azote secs arrivent à la fois dans le tube.

» Pour la préparation du protochlorure, on arrête le courant gazeux alors qu'une partie seulement du métal a été attaquée; on scelle à la lampe les ampoules contenant chacune du gallium libre et on les chauffe pendant quelques heures à 200°.

» On obtient le perchlorure à l'état de pureté, en distillant le sel d'une ampoule dans l'autre pendant le passage du chlore, puis deux ou trois fois dans l'azote pur. Pendant ces distillations, il est essentiel de chauffer fortement les étranglements en avant et en arrière de l'ampoule contenant le liquide; autrement, la matière ne se transporterait pas sous la forme de vapeur, mais fuirait presque entièrement le long des parois, sans se volatiliser.

» Le gallium employé aujourd'hui paraît être fort pur : il ne laisse aucun résidu sensible après le traitement par un excès de chlore à une très douce chaleur.

» *Protochlorure de gallium.* — Ce sel a été analysé en le dissolvant dans

l'eau aiguisée d'acide azotique et en précipitant son chlore par le nitrate d'argent.

	Poids du sel.	Chlore trouvé.	Perte en Cl (pour $GaCl^2$).	Théorie, Cl calculé pour $GaCl$ (ou Ga^2Cl^2).	Diff.	$GaCl^2$ (ou Ga^2Cl^4).	Diff.	$GaCl^3$ (ou Ga^2Cl^6)
	cgr	cgr	cgr	cgr	cgr	cgr	cgr	cgr
I.	22,44	11,02	0,29	7,56	3,75	11,31	2,24	13,55
II.	105,00	52,41	0,91	35,64	17,68	53,32	10,57	63,89

» Le protochlorure de gallium contient donc 2 atomes de chlore pour 1 de métal et correspond ainsi, par sa composition, aux protochlorures de fer, zinc, calcium, etc. Les petites pertes de chlore, loin de jeter un doute sur l'exactitude de la formule $GaCl^2$, tendent à la confirmer, parce qu'elles sont dans le sens indiqué *a priori* par l'entraînement évident de traces de matière au moment de la dissolution un peu rapide du sel par l'eau. Pour l'analyse I, l'attaque du chlorure a eu lieu dans l'eau faiblement acidulée par l'acide azotique. Pour l'analyse II, l'eau était fortement chargée d'acide azotique; aussi, dans ce dernier cas, la perte en chlore a été proportionnellement moindre, le dégagement gazeux se trouvant de beaucoup réduit.

» En effet, l'action de l'eau sur le protochlorure de gallium est très violente et diffère notablement suivant la façon dont elle a lieu.

» Exposé à l'atmosphère humide d'un vase mouillé, le $GaCl^2$ se liquéfie rapidement, se transformant en un sirop blanc, limpide et épais. Pendant cette réaction, il se dégage un peu de gaz. Le sirop, versé dans de l'eau acidulée par l'acide azotique, forme au fond du vase une couche d'où s'échappent rapidement des milliers de bulles; ce phénomène dure jusqu'à dissolution complète du sirop.

» Si l'eau arrive à l'état liquide au contact du $GaCl^2$, mais lentement, comme par un tube capillaire, le sel brunit et le sirop formé prend lui-même cette teinte, tout en restant liquide. Si le contact entre l'eau et le $GaCl^2$ est moins ménagé, toute la masse devient d'un brun chocolat; il se produit une substance floconneuse de cette couleur, et en même temps il s'échappe des torrents de gaz. Enfin, lorsque l'attaque est brusque, il y a toujours vif dégagement gazeux; l'eau se remplit d'un abondant précipité floconneux gris noir, qui continue à émettre du gaz pendant un ou deux jours, en vase ouvert. Ce précipité finit par blanchir, en prenant l'aspect de l'oxyde ordinaire de gallium; mais, en présence de son eau mère, il diminue graduellement de volume, se redissolvant presque totalement à froid et complètement à 100°, au bout de quelque temps. La liqueur n'est pas

troublée par un grand excès d'eau, ni à chaud ni à froid; l'ammoniaque y produit un abondant dépôt d'oxyde blanc de gallium.

» Il paraît donc exister un oxychlorure soluble de gallium, correspondant au sesquioxyde et au sesquichlorure.

» Les flocons gris se dissolvent dans les acides chlorhydrique, azotique et sulfurique étendus, en émettant beaucoup de gaz; leur solution récente dans l'acide chlorhydrique très faible réduit énergiquement le permanganate de potasse, comme le fait d'ailleurs le précipité gris lui-même, mais non l'eau qui le baigne.

» Le gaz dégagé par le protochlorure de gallium au contact de l'eau possède une forte odeur, voisine de celle de l'hydrogène sulfuré, mais tirant cependant sur celle de l'hydrogène préparé par le zinc ordinaire et un acide. Ce gaz brunit un peu les papiers de plomb, d'argent et de cuivre, mais la liqueur d'où il provient n'a pas cette propriété; il ne contient donc pas d'hydrogène sulfuré, ainsi qu'il était probable en pareille circonstance.

» Évidemment, il se forme d'abord, suivant la proportion d'eau, soit du protochlorure hydraté, soit du protoxyde de gallium : corps avides d'oxygène, décomposant l'eau à ce titre. L'hydrogène, ainsi mis en liberté, paraît être partiellement combiné à du gallium.

» Quand au lieu d'eau pure, ou d'eau faiblement aiguisée d'acide azotique, on emploie de l'acide azotique un peu fort, il n'y a presque plus de brunissement du sel, ni de dégagement gazeux, mais on observe la formation de quelques vapeurs nitreuses.

» Le protochlorure de gallium fond à environ 164° et bout *vers* 535°. Après avoir été fondu, il se maintient en surfusion avec une facilité remarquable. Il est rare qu'un tube scellé ne contienne pas plusieurs gouttelettes liquides; j'en ai vu conserver cet état pendant des mois et des années.

» A l'état solide, le $GaCl^2$ forme ordinairement de beaux cristaux blancs; cependant, il possède souvent une demi-opacité et une couleur grisâtre tirant un peu sur celle de la plombagine. Cette modification paraît se produire surtout après chauffage prolongé avec un excès de gallium métallique. Le chlorure gris fond en un liquide limpide et incolore, se remplissant d'abord de cristaux blancs par le refroidissement. La masse devient rapidement grise peu après la fin de la solidification. La couleur grise se développe par une sorte de recuit; le liquide, refroidi rapidement, fournit un sel blanc qui devient gris partout où on le chauffe à une température légèrement inférieure à son point de fusion. Il semble se produire ici une simple modification isomérique. Ces changements de couleur ont persisté

chez du $GaCl^2$ qui avait été maintenu pendant quatre heures à 250°, en présence de gallium métallique; mais un échantillon qui avait subi une température d'au moins 535°, au contact de gallium libre, ne devenait plus sensiblement gris par le recuit. »

MÉMOIRES LUS.

SYSTÈME MÉTRIQUE. — *Les étalons de poids et mesures de l'Observatoire et les appareils qui ont servi à les construire; leur origine, leur histoire et leur état actuel.* (Deuxième Partie.) Note de M. C. **Wolf.**

« J'ai exposé, dans la première partie de ce Mémoire (1), l'histoire des deux toises du Nord et du Pérou, et je crois avoir établi, par des preuves expérimentales et sur des documents décisifs, l'authenticité et l'état de parfaite conservation des deux règles de fer que l'Observatoire possède sous ces noms. La suite de mon travail est consacrée aux étalons métriques et aux appareils qui ont servi à les construire. Elle est donc divisée en deux parties, les étalons de longueur et les étalons de poids.

» Bien que quatre-vingts ans seulement nous séparent de l'époque de l'établissement du système métrique, l'origine et l'histoire de nos étalons sont entourées, par suite de circonstances que j'ai déjà notées, d'obscurités telles, que bien souvent des doutes se sont élevés sur la date de construction de ces étalons et l'authenticité des appareils que nous croyons avoir servi à cette construction. J'ai essayé de débrouiller cette histoire et je crois être parvenu à établir, sur des documents certains et des caractères indiscutables, les véritables dates de fabrication des diverses pièces de notre collection.

» J'ai retrouvé d'abord, dans les archives du Bureau des Longitudes, le procès-verbal du dépôt à l'Observatoire des instruments dont la garde lui était confiée par l'arrêté consulaire du 1er vendémiaire an XII. La liste que donne ce procès-verbal des instruments déposés fournit un point de départ précis à nos recherches sur les étalons de longueur; il suffit ensuite de suivre l'histoire de chacun des appareils dans les procès-verbaux du Bureau des Longitudes et dans les inventaires du matériel de l'Observatoire.

(1) *Comptes rendus,* séance du 23 mai 1881.

» Ces divers documents et l'examen des règles et instruments m'ont permis d'arriver aux conclusions suivantes :

» 1° La grande règle de cuivre que nous possédons est celle sur laquelle Borda et Lavoisier ont fait les comparaisons des règles de base entre elles et avec les toises, et sur laquelle Borda et Brisson ont étalonné le mètre provisoire. Aujourd'hui elle porte en plus : (*a*) un comparateur à levier semblable à celui que la Commission de l'an VII y fit adapter pour l'étalonnage du mètre définitif, qui a été employé par de Prony dans de nombreuses comparaisons des divers étalons; (*b*) un comparateur de Fortin que je crois être celui de Biot et Arago.

» 2° Des quatre règles bimétalliques de Borda et Lavoisier, qui ont servi à la mesure des bases de Melun et de Perpignan, trois sont intactes; le n° 2 a éprouvé en 1823 une avarie qui a raccourci sa longueur d'environ $0^{mm},015$ (Arago et Mathieu).

» 3° La règle bimétallique du pendule de Borda et Cassini a été coupée en deux en 1806, pour la construction d'une règle plus courte, qui devait servir aux expériences de Biot et Arago. Les morceaux en sont perdus.

» 4° Le mètre étalon en platine de l'Observatoire, contrairement à une opinion très répandue et adoptée par le général Morin [1], n'a pas été construit en 1805; il figure, avec notre mètre en fer, dans le procès-verbal de dépôt à l'Observatoire, daté du 17 novembre 1803. Nous les retrouvons tous deux, dès 1801, sous le nom de *mètres de l'Institut*, employés par Delambre et de Prony à des comparaisons avec le yard anglais et les autres étalons français.

» Le mètre en fer est certainement l'un des douze qui furent construits à l'origine par Lenoir.

» Le mètre en platine est, à un degré de probabilité qui équivaut à la certitude, un des quatre qui furent forgés par Jeanetty et étalonnés par Lenoir; il est par conséquent, comme le dit Delambre, contemporain de celui des Archives.

» L'Observatoire possède en outre un double mètre en fer, construit en 1799.

» Les appareils relatifs au kilogramme ne sont rentrés à l'Observatoire que postérieurement au dépôt des règles et des mètres, et il n'en a pas été dressé de liste officielle. Les procès-verbaux du Bureau des Longitudes nous

---

[1] *Notice historique sur le système métrique*, dans les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*.

montrent seulement Fortin apportant à l'Observatoire, le 30 mars 1804, le cylindre de Lefèvre-Gineau, les règles qui avaient servi à le calibrer, et les deux kilogrammes en platine qui étaient restés dans ses ateliers.

» Le cylindre, les règles et le comparateur existent dans nos collections.

» Quant aux kilogrammes, un rapport de Brisson, Legendre et Guyton de Morveau, du 11 vendémiaire an X [1], nous apprend que Jeanetty avait fabriqué, en même temps que les quatre mètres, quatre kilogrammes en platine; sur ces quatre, Fortin en avait manqué un, qui fut retravaillé plus tard. Les deux premiers sont le kilogramme des Archives et le kilogramme de l'Agence des Poids et Mesures, devenu plus tard celui du Conservatoire. Le troisième fut travaillé par Fortin, en vue de servir à étalonner dans l'air des kilogrammes en laiton : c'est le n° 2 de l'Observatoire. Enfin le quatrième ne fut terminé qu'en 1804 et est devenu notre kilogramme étalon n° 1.

» On reconnut en 1812, puis en 1837, qu'il était plus lourd de $0^{gr},004$ à $0^{gr},005$ que l'étalon des Archives. En 1844, Gambey fut chargé de retoucher le kilogramme de l'Observatoire, et il parvint à rendre presque parfaite l'égalité des deux étalons. Ce fait, longtemps ignoré même des savants, explique les contradictions que MM. Morin, Regnault et Brix crurent trouver en 1859 dans les comparaisons qu'ils firent de nos divers étalons avec le kilogramme prussien.

» Il manquait à la collection de l'Observatoire les balances qui ont servi à toutes les pesées du cylindre dans l'air et dans l'eau et à l'étalonnage des kilogrammes. Cette lacune vient d'être comblée par la générosité de M. Fortin-Hermann, qui a conservé avec un soin pieux les balances de son illustre aïeul, et qui a bien voulu, à ma demande, en faire don à l'Observatoire. »

M. Tresca présente, au sujet de la Note de M. *Wolf*, les observations suivantes :

« M. Wolf, dans la Note fort intéressante qu'il vient de lire, a confirmé les indications précédemment données par le général Morin, en ce qui concerne la succession des opérations relatives à la confection des différents kilogrammes par Fortin et la première Commission du système métrique.

---

(1) *Procès-verbaux des séances de l'Institut.*

» En ce qui concerne les quatre mètres en platine préparés par Jeanetty, j'ai lieu de croire également à l'achèvement simultané des deux mètres qui ont toujours été désignés sous les noms de *mètre des Archives* et de *mètre du Conservatoire*; peut-être le troisième mètre, en tout semblable aux deux autres, est-il un peu plus récent, mais son achèvement n'a certainement pas été aussi retardé que celui du troisième kilogramme.

» Parmi les quatre mètres que mentionne la Note de M. Wolf, nous n'en connaissons avec certitude que trois : celui des Archives, celui du Conservatoire et celui de l'Observatoire. Je puis peut-être fournir quelque renseignement sur le quatrième, notre confrère M. Lalanne m'ayant communiqué récemment un mètre en platine, provenant de de Prony et appartenant à l'École des Ponts et Chaussées. Ce mètre est de même format que les trois autres; les faces terminales sont travaillées de la même façon, et il provient manifestement, comme métal, de la fabrication de Jeanetty, avec les mêmes défauts d'homogénéité. J'ajouterai qu'il porte, sur une de ses faces, comme un essai d'empreinte du poinçon de la Commission officielle, poinçon formé d'une ellipse dont les trois quarts de la surface sont couverts de hachures, le quatrième quart, resté lisse, portant le chiffre **10 000 000**, rapport de l'arc du méridien à la longueur du mètre. Les grandes faces de cette règle n'ont cependant pas été aussi soigneusement planées, je ne dirai pas polies, que celles des trois autres mètres; les extrémités ne sont pas non plus dans un parfait état de conservation.

» Notre confrère m'a communiqué, en même temps, un mètre à bouts et à traits, provenant également de de Prony, dont je me propose de faire connaître la valeur par rapport au mètre des Archives, aussitôt que la comparaison aura été faite. L'identité du platine de cette règle avec celui de Jeanetty ne s'impose peut-être pas tout à fait avec la même évidence que pour la règle précédente; mais son authenticité, comme premier mètre à traits, en fait, sans contredit, une curiosité scientifique des plus précieuses. »

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume publié par M. *E. Maindron*, sous le titre : « Les fondations de prix à l'Académie des Sciences. Les lauréats de l'Académie, de 1714 à 1880 ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale également un « Essai monographique sur les Dianthus des Pyrénées orientales, par *Ed. Timbal Lagrave*, avec planches dessinées par M. *E. Bucquoy* », et un fascicule de « l'Herbier du jeune botaniste, par M. *E. Bucquoy* ».

M. le **Secrétaire perpétuel** fait hommage à l'Académie, au nom de M. *G. Govi*, de deux Opuscules portant pour titres : « Nuovo documento relativo alla invenzione dei cannocchiali binocoli » et « Intorno alla teoria dell'elettroforo. »

Le premier de ces Opuscules contient une reproduction complète du document relatif à l'invention des lunettes binoculaires, que M. Govi a déjà fait connaître à l'Académie, et qui assure l'honneur de cette invention à D. Chorez, lunetier en l'île Notre-Dame, à l'enseigne du *Compas*.

M. Govi démontre, en outre, que Galilée n'a jamais eu la pensée de construire des lunettes binoculaires, quoique un nommé Octave Pisani y eût songé et lui en eût écrit, et bien que ses disciples et ses biographes lui en aient attribué l'invention. Ce qui appartient réellement à Galilée, c'est la construction du microscope composé, qu'on emploie beaucoup maintenant sous le nom de *loupe de Brücke*. Galilée le nommait *occhialino*; il s'en servait déjà en 1610, comme on peut le voir dans un Opuscule de Jean Wodderborn, publié en cette même année.

Le second Opuscule de M. Govi se rapporte à la théorie de l'*électrophore*, dont il croit pouvoir identifier le gâteau résineux avec un *carreau magique* chargé, qui aurait ses deux faces couvertes de deux lames isolantes. M. Govi appuie sa manière de voir par plusieurs expériences, et, entre autres, par la construction d'un électrophore à couches d'air, sans gâteau résineux.

L'**Académie royale des Sciences et Lettres de Cadix** fait hommage à l'Académie d'une Brochure portant pour titre : « Sesion extraordinaria, celebrada en honor de don Pedro Calderon de la Barca. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. **H. Poincaré**.

« Dans ma Communication du 30 mai dernier, j'ai montré que le problème de l'intégration des équations différentielles linéaires à coefficients rationnels se ramène au suivant :

» *Construire une fonction fuchsienne* F(z) *ne pouvant prendre aucune des* n *valeurs données*

$$(1) \qquad \alpha_1, \ \alpha_2, \ \ldots, \ \alpha_n.$$

» Si l'on assujettit, de plus, F(z) à pouvoir prendre toutes les valeurs possibles, à l'exception des valeurs (1), le nombre des paramètres dont on dispose est égal à celui des conditions que l'on s'impose. Si l'on ne s'assujettit pas à cette condition, le nombre des paramètres dont on dispose est infini.

» Grâce à cette circonstance, il était extrêmement probable que le problème était toujours susceptible d'une infinité de solutions; mais je ne l'avais encore démontré rigoureusement que dans des cas particuliers. Je vais faire voir que cela est encore vrai dans le cas général.

» En effet, je répartis les valeurs (1) en deux classes :

» 1° Les valeurs réelles $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m$;

» 2° Les valeurs imaginaires $\alpha_{m+1}, \alpha_{m+2}, \ldots, \alpha_n$, que j'écris

$$\beta_1, \ \beta_2, \ \ldots, \ \beta_p \quad (p = n - m).$$

» Soient $\beta'_1, \beta'_2, \ldots, \beta'_p$ les valeurs conjuguées de $\beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_p$.

» Je me propose de construire une fonction F(z) ne pouvant prendre aucune des m valeurs réelles données $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m$, ni aucune des $2p$ valeurs imaginaires données (conjuguées deux à deux) $\beta_1, \ldots, \beta_p, \beta'_1, \ldots, \beta'_p$. Je vais faire voir que ce problème se ramène au suivant : *Construire une fonction* $F_1(z)$ *ne pouvant devenir égale ni à* $m + 2q$ *valeurs réelles données, ni à* $2p - 2q$ *valeurs imaginaires données conjuguées deux à deux.*

» Soit, en effet,

$$\varphi(x) = (x - \beta_1)(x - \beta_2)\ldots(x - \beta_p)(x - \beta'_1)\ldots(x - \beta'_p);$$

$\varphi(x)$ sera un polynôme de degré $2p$, à coefficients réels.

» L'équation

$$\frac{d\varphi}{dx} = 0$$

aura $2p - 1$ racines

$$\gamma_1, \ \gamma_2, \ \ldots, \ \gamma_{2p-1},$$

dont $2r - 1$ seront réelles, r étant au moins égal à 1; il restera $p - r$ couples de racines imaginaires.

» Soient

$$\begin{aligned} &\varphi(\alpha_1) = a_1, \quad \varphi(\alpha_2) = a_2, \quad \ldots, \quad \varphi(\alpha_m) \ = a_m, \\ &\varphi(\gamma_1) = C_1, \quad \varphi(\gamma_2) = C_2, \quad \ldots, \quad \varphi(\gamma_{2p-1}) = C_{2p-1}. \end{aligned}$$

» Les a seront réels; parmi les C, $2q - 1$ seront réels, q étant au moins égal à r et, par conséquent, au moins égal à 1; les $2p - 2q$ autres C seront imaginaires et conjugués deux à deux.

» Supposons que l'on ait construit une fonction $F_1(z)$ ne pouvant prendre aucune des $m + 2p$ valeurs $a_1, a_2, \ldots, a_m, 0, C_1, C_2, \ldots, C_{2p-1}$, dont $2p - 2q$ seulement sont imaginaires et sont d'ailleurs conjuguées deux à deux. Définissons une fonction $F(z)$ par l'équation

$$\varphi[F(z)] = F_1(z).$$

$F_1(z)$ ne pouvant prendre aucune des valeurs $C_1, C_2, \ldots, C_{2p-1}$, $F(z)$ sera fonction uniforme de z. $F_1(z)$ ne pouvant devenir nul, $F(z)$ ne pourra devenir égal à aucune des valeurs β. Enfin, $F_1(z)$ ne pouvant être égalé à aucun des a, $F(z)$ ne pourra être égalé à aucun des α, c'est-à-dire que $F(z)$ satisfera aux conditions imposées.

» En employant un nombre suffisant de fois le même artifice, on ramènera la construction de $F(z)$ à celle d'une fonction $F_h(z)$ ne pouvant prendre $m + 2p$ valeurs réelles données. Or ce problème est toujours possible, ainsi que je l'ai montré dans ma Communication du 23 mai.

» On en conclut :

» 1° Que toute équation différentielle linéaire à coefficients algébriques s'intègre par les fonctions zétafuchsiennes;

» 2° Que les coordonnées des points d'une courbe algébrique quelconque s'expriment par des fonctions fuchsiennes d'une variable auxiliaire. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'imitation, par la voie hydrodynamique, des actions électriques et magnétiques.* Note de M. **C.-A. Bjerknes.**

« Dans quelques Communications antérieures [1], j'ai annoncé à l'Académie qu'on peut imiter hydrodynamiquement et d'une manière bien complète, en obtenant toutefois des phénomènes précisément inverses, les actions des forces de l'électricité statique et du magnétisme permanent. Dans l'été de 1879, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie une de mes expériences; toutes les autres ont été répétées au laboratoire du Collège de France et dans une séance de la Société de Physique.

» Depuis l'automne de la même année, les recherches analytiques et les

---

[1] Voir *Comptes rendus*, janvier, février et juillet 1879.

expériences qui s'y liaient ont fait de nouveaux progrès, surtout dans la seconde des deux directions. J'ai ainsi étendu ces analogies aux phénomènes beaucoup plus compliqués du magnétisme temporaire, de sorte que, à présent, toutes les actions fondamentales et simples qu'on rencontre dans le magnétisme entier peuvent être reproduites inversement.

» Pour pouvoir expliquer, sans entrer dans les détails d'une théorie éteudue, en quoi consistent les faits nouveaux, laissons-nous guider par l'idée même qui a présidé dans le choix de ces noms provisoires : hydro-électricité et hydromagnétisme. Ces mots, je les ai adoptés en généralisant ou en altérant un peu le sens d'une notation connue, et ils ne devraient pas être compris comme désignant des phénomènes électriques ou magnétiques réels.

» En observant seulement ce qui se passe lorsqu'il n'y a qu'une sphère unique vibrant dans le fluide, on peut prévoir qu'à côté des mouvements déterminés par les actions mutuelles d'une pluralité de corps exécutant des vibrations indépendantes, en d'autres termes, à côté des mouvements provenant d'un hydromagnétisme permanent, on peut prévoir, dis-je, qu'il se formera des oscillations dans le fluide et des oscillations additionnelles pour les corps immergés. En réfléchissant ensuite à cela que, au moins dans les cas les plus simples, ces oscillations sont dirigées suivant les lignes magnétiques, et que les oscillations développées par influence sur les corps ne diffèrent de celles qu'aurait le fluide à la même place que par l'intensité, il était bien naturel de penser qu'en quelque sorte le fluide devait être aimanté lui-même avec les corps. Il se formerait donc un milieu hydromagnétique, et, dans celui-ci, les corps se trouvent dans un état *paramagnétique* s'ils sont plus légers et par conséquent plus mobiles que le fluide, et dans un état *diamagnétique* s'ils sont plus lourds. Toutefois, à cause de l'inversion dans les actions des pôles, le corps orienté paramagnétiquement serait repoussé par le corps aimantant, le corps orienté diamagnétiquement serait attiré.

» J'ai confirmé aussi analytiquement ces prévisions, après avoir transformé, guidé par cette pensée et aidé par quelques expériences préliminaires, l'expression des forces de degré supérieur, cinquième, sixième et septième. Autrement dit, cela fut constaté par le calcul tant qu'on ne surpassait pas la première induction. Par des expériences ultérieures, l'exactitude des nouveaux théorèmes a été vérifiée ensuite de beaucoup de manières, et l'on a obtenu une coïncidence avec les phénomènes de la nature, qui s'étend même aux moindres détails.

» J'ajoute que ces phénomènes hydrodynamiques ne sont pas si inconnus, au moins pour une petite partie, qu'il pourrait paraître au premier abord. Les attractions et les répulsions dites acoustiques, qui ont occupé il y a quelque temps les physiciens, y appartiennent; elles ont été examinées expérimentalement par Guyot, ensuite par MM. Schellbach et Guthrie, et enfin elles ont été étudiées mathématiquement par sir W. Thomson, dans le cas particulier d'une oscillation suivant une centrale. Mais la juste connexion avec les phénomènes magnétiques n'a pu être conçue qu'après avoir reconnu l'analogie si intime entre les actions d'un corps qui oscille d'une manière quelconque et celles d'un aimant placé comme on le veut dans l'espace. Ainsi il faudrait poser les recherches sur une base plus large, pour arriver d'abord aux théorèmes concernant les analogies avec les phénomènes du magnétisme permanent et pour pouvoir ensuite les compléter par d'autres recherches relativement à l'imitation des phénomènes du magnétisme temporaire. Ces nouveaux théorèmes, dont il s'agit surtout ici, ne peuvent être exposés en peu de mots, parce qu'ils demandent des préparations trop longues pour cette Communication. Mais, en supprimant ces développements, on pourrait les résumer brièvement en ajoutant aux anciens théorèmes le théorème suivant : que tous les corps, aussi bien que le fluide dans lequel ils vibrent, sont hydromagnétiques, et qu'ils le sont à un degré plus ou mois grand relativement au fluide, suivant qu'ils sont plus ou moins légers que celui-ci.

» Ajoutons que cette dernière partie de la proposition ne sera plus complètement exacte s'il faut tenir compte d'une seconde condition. Cela pourrait être nécessaire, par exemple, si l'on considérait des corps très grands et très voisins ayant une densité égale à celle du fluide.

» La plupart des expériences de vérification ont été montrées à des séances de la Société des Sciences à Christiania. Actuellement les appareils peuvent être vus à l'Exposition d'électricité, conjointement avec ceux par lesquels on obtient les analogies avec les phénomènes du magnétisme permanent. On aura là l'occasion de les voir fonctionner ; mais, comme le temps me manque, je serai forcé, pour ma part, d'interrompre au milieu d'août les explications qui doivent accompagner ces expériences.

» A côté de ces expériences tendant à imiter les actions du magnétisme en général et de l'électricité statique, il y en a d'autres par lesquelles j'ai essayé de refaire (mais toujours de manière inverse) les actions électrodynamiques ou celles des courants. Mais ces recherches ne sont pas terminées; aussi me borné-je aujourd'hui à exposer en peu de mots les phénomènes plus simples dont je me suis occupé plus haut. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité de l'acide carbonique et de l'air sous faible pression et à température élevée.* Note de M. E.-H. Amagat.

« L'étude de la compressibilité des gaz, sous de faibles pressions et à des températures un peu élevées, présente une difficulté qui disparaît pour des pressions plus considérables : cette difficulté est relative à la correction que nécessite la tension de vapeur du mercure, quand ce liquide est chauffé au contact du gaz étudié, comme cela a lieu avec les dispositions expérimentales généralement employées. Outre l'erreur pouvant provenir de la détermination de la tension de vapeur mercurielle dans des conditions bien définies, il peut en exister une autre, due à ce que, contrairement à ce que suppose la correction ordinaire, la vapeur mercurielle ne forme probablement pas une atmosphère de densité constante depuis la surface du ménisque jusqu'au sommet des manomètres. Si l'on considère qu'à 300° la tension de vapeur du mercure atteint, d'après Regnault, une valeur de $0^m,24$, il est bien évident que l'erreur pouvant provenir d'une aussi forte correction doit conduire, quand elle porte sur des pressions de quelques mètres seulement, à des résultats sans valeur. Les expériences doivent être faites de façon que le mercure ne soit point chauffé; la disposition expérimentale à laquelle je viens de m'arrêter est la troisième de celles que j'ai décrites dans mon premier Mémoire (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIX, 1873) : c'est celle qui m'a donné les résultats les plus réguliers et les plus certains.

» L'appareil a été notablement perfectionné; de plus, il a été disposé de façon à pouvoir opérer jusqu'à 8^{atm}. Pour cela, la grande branche du manomètre à air libre, convenablement prolongée, a été munie, sur toute sa longueur, d'un cylindre de laiton divisé, portant un curseur à index mobile, qui a rendu très facile la mesure des différences de niveau. Cependant, pour les hauteurs ne dépassant point la portée du cathétomètre, les mesures ont été faites directement avec cet instrument. J'ai dû aussi adopter une disposition spéciale, pour charger facilement l'appareil sous les différentes pressions; le gaz était d'abord comprimé dans un réservoir en fer, partiellement rempli de mercure; ce mercure était ensuite refoulé dans la grande branche du manomètre, par la pression même du gaz qui communiquait en même temps avec l'appareil pour le charger.

» J'ai étudié seulement l'acide carbonique et l'air; les expériences ont été poussées jusqu'à 300°.

» L'air suit régulièrement la loi de Mariotte depuis 100°, non seulement

entre 1^{atm} et 2^{atm}, mais jusqu'à 8^{atm}, et probablement encore sous des pressions notablement supérieures, car les valeurs de $\frac{pv}{p'v'}$ (pour $v = 2v'$) ne sont pas sensiblement plus fortes pour une pression initiale de 2^{atm} ou 4^{atm} que lorsqu'elle est de 1^{atm} seulement. Ces valeurs, du reste, n'ont pas varié d'une façon appréciable pour des températures comprises entre 100° et 300° ; en effet, les résultats des diverses séries sont compris, à 100°, entre les nombres 1,0008 et 0,9985, et, à 300°, entre 1,0005 et 0,9977. On doit donc admettre qu'entre ces limites de température et de pression les écarts de l'air sont d'un ordre de grandeur dont l'expérience ne peut répondre.

» Le Tableau qui suit est relatif à l'acide carbonique. Pour résumer en un seul Tableau, j'ai rapporté les valeurs moyennes de $\frac{pv}{p'v'}$ aux moyennes des pressions initiales correspondantes ; ces pressions ont du reste très peu varié d'une série à l'autre. Remarque analogue pour l'indication des températures.

	Valeurs des $\frac{pv}{p'v'}$, pour $V = 2V'$			
Pressions initiales.	à 50°.	à 100°.	à 200°.	à 300°.
0,725.........	1,0037	1,0021	1,0009	1,0003
1,440.........	1,0075	1,0048	1,0025	1,0015
2,850.........	1,0145	1,0087	1,0040	1,0020

» Ainsi donc, à 50° et même à 100°, ainsi que je l'avais d'abord montré, les écarts de l'acide carbonique sont encore très sensibles ; on voit de plus ici, ce qui ne laisse aucun doute, que leur valeur croît nettement avec l'écartement des limites de pression, ou, ce qui revient au même, avec la pression initiale. A 200°, le sens des résultats est encore le même, quoique la valeur des écarts soit considérablement diminuée.

» A 300°, l'écart, sensiblement nul entre 1^{atm} et 2^{atm}, augmente peu quand la pression initiale varie entre 2^{atm} et 4^{atm}, ce qui indique que le changement de signe de l'écart aurait lieu à cette température sous une pression peu considérable ; toutefois, il est probable qu'il faudrait élever la température encore de plusieurs centaines de degrés, pour amener l'acide carbonique à l'état où se trouve l'hydrogène dès la température ordinaire, c'est-à-dire pour que ses écarts soient négatifs depuis les faibles pressions.

» Dans mes premières recherches, j'avais trouvé pour moyenne des valeurs de $\frac{pv}{p'v'}$, entre 1^{atm} et 2^{atm} et pour les températures de 50°, 100° et 200°, les nombres 1,0036, 1,0023 et 1,0008, presque identiques à ceux

du Tableau qui précède; il y a certainement quelque chose de fortuit dans cette coïncidence presque complète; les petites divergences qui existent entre les diverses séries, dont les nombres que j'ai donnés sont les moyennes, ne permettent pas de compter sur une aussi grande exactitude.

» Quoique les résultats qui précèdent confirment numériquement ceux de mon premier travail, je dois rappeler que, pour les gaz autres que l'hydrogène, j'ai déjà dû (*Annales de Chim. et de Phys.*, t. XXII; 1881) modifier mes conclusions, en ce sens que l'écart de chaque gaz devient négatif, même aux faibles pressions, à une température suffisamment élevée. Ce n'est que lorsque j'ai pu pousser les expériences jusqu'à plusieurs centaines d'atmosphères, qu'il m'a été possible d'apercevoir les lois générales que l'étude seule des pressions inférieures ne pouvait faire soupçonner. »

PHYSIQUE. — *Note sur l'action de l'oxygène sur le mercure (à la température ordinaire)*; par M. E. Amagat.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, il y a peu de temps, une Note relative à l'action de l'oxygène sur le mercure, dans laquelle je montrais que, contrairement à l'opinion généralement admise, ces deux corps parfaitement purs et secs sont sans action l'un sur l'autre, ou tout au moins pendant un temps assez long; depuis lors, j'ai varié les expériences et je suis toujours arrivé au même résultat (¹).

» Comme l'erreur s'est introduite dans la science sous l'autorité du nom de Regnault, je crois devoir rappeler le détail suivant. Dans son grand Mémoire sur la chaleur spécifique des gaz, Regnault a intercalé diverses séries d'expériences sur la compressibilité des gaz, expériences postérieures par conséquent à celles de son Mémoire classique sur ce sujet. Voici textuellement ce qu'on y trouve relativement au gaz oxygène (²) :

» Dans cette expérience on a passé à plusieurs reprises du repère 400 aux repères 700 et 820 qui devaient servir au calcul des constantes, afin de constater si le mercure ne se combine pas avec une petite quantité d'oxygène lorsqu'il est en présence de ce gaz fortement comprimé. En comparant les produits pv..... etc.

(¹) Un petit appareil de Pouillet a été disposé spécialement dans ce but, l'un des manomètres contenait de l'oxygène purifié et desséché avec tous les soins possibles; l'autre contenait de l'azote. Les deux ménisques ayant été amenés en regard de deux traits fixes, la coïncidence a toujours eu lieu dans l'un des tubes, alors qu'elle avait lieu dans l'autre, et cela pendant plus d'un mois; le ménisque est resté aussi brillant dans l'oxygène que dans l'azote, et sa flèche n'a pas considérablement varié; le manomètre à oxygène avait 8^{mm} de diamètre.

(²) *OEuvres de Regnault*, t. II, p. 237.

» Le tableau qui accompagne cette explication montre que le mercure est successivement arrivé à ce repère 400 sous les pressions suivantes : $1037^{mm},52$, $1037^{mm},48$, $1037^{mm},68$; il n'y a donc pas eu absorption, et Regnault donne ensuite les coefficients de la formule empirique représentant la compressibilité de l'oxygène : il dément donc lui-même l'erreur qu'avait accréditée l'autorité aussi légitime qu'incontestée de son nom. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le chauffage des wagons, voitures, etc., au moyen de l'acétate de soude cristallisé.* Note de M. **A. Ancelin**, présentée par M. Dumas.

« L'eau, en raison de sa grande capacité calorifique, était jusqu'à présent le plus grand réservoir de chaleur utilisé; mais, si l'on emploie certains corps fusibles, et notamment l'acétate de soude $C^4H^3O^3NaO + 6HO$, on peut emmagasiner, grâce à la chaleur latente de fusion, une quantité de chaleur beaucoup plus considérable que dans un même volume d'eau, sans augmenter la température du corps employé.

» L'acétate de soude contient environ quatre fois autant de chaleur utile qu'un même volume d'eau. Il éprouve la fusion aqueuse vers 59°; la chaleur de fusion nécessaire à ce changement d'état est d'environ 94^{cal}, d'après la formule de Person

$$l = (160 + t)(C - c).$$

» $t = 59°$.

» C (chaleur spécifique à l'état liquide) = 0,75.

» c (chaleur spécifique à l'état solide) = 0,32.

» Une chaufferette de 11^{lit} contient environ 15^{kg} d'acétate; en supposant sa température initiale de 80°, température maxima des chaufferettes à eau, lors de leur mise dans les wagons, elle dégagera :

Chaleur sensible de 80° à 60°	225^{cal}
Chaleur latente	1410
Chaleur sensible de 60° à 40°	96
Total	1731

» La même chaufferette remplie d'eau dégagera, de 80° à 40°, 440^{cal} : l'acétate donnera donc environ quatre fois autant de chaleur que l'eau. La pratique confirme largement ces données théoriques.

» La température extérieure de la chaufferette descend, parallèlement à celle des chaufferettes à eau, jusqu'à 54° environ, température cor-

respondant au point de solidification de 59° à l'intérieur; elle reste plusieurs heures à près peu stationnaire, puis descend de 2° ou 3° à l'heure, jusqu'à 40°, de telle façon que la durée du chauffage est au moins quatre fois celle du chauffage à l'eau. Les changements de chaufferettes, qui ont lieu sur les chemins de fer toutes les deux heures et demie environ, ne seraient plus nécessaires que toutes les dix heures : donc, économie des trois quarts de la main-d'œuvre et moins de dérangements pour les voyageurs.

» Avec ce mode de chauffage, il y aura économie notable de combustible; en effet, la température des chaufferettes retirées des wagons et laissées au dehors atteint rapidement la température ambiante, et leur température moyenne ne doit pas dépasser ni même atteindre 10°; pour les remettre en service, il faut les réchauffer jusqu'à 90° environ et emmagasiner, pour chaque chaufferette de 11^{lit} renouvelée quatre fois, $80 \times 11 \times 4 = 3520^{\text{cal}}$. Ces chaufferettes ayant au maximum 80° lors de leur mise dans les wagons, on utilisera $40 \times 11 \times 4 = 1760^{\text{cal}}$, soit 50 pour 100 de la chaleur emmagasinée.

» Pour une chaufferette contenant 15^{kg} d'acétate, refroidie aussi à 10° et réchauffée à 90°, il faudra emmagasiner :

De 10° à 40°	$30 \times 0,32 \times 15$, soit	144^{cal}
De 40° à 60°	$20 \times 0,32 \times 15$, soit	96
Chaleur de fusion		1410
De 60° à 90°	$30 \times 0,75 \times 15$, soit	337
	Total	1987

sur lesquelles ne seront pas utilisées

De 10° à 40°	144^{cal}
De 90° à 80°	112
Total	256

» Le chauffage par l'eau exige donc que l'on emmagasine 3520^{cal}, tandis que le chauffage par l'acétate ne demande que 1987^{cal}. Il y a, de plus, économie par ce fait, que les 1987^{cal} emmagasinées dans l'acétate le sont en une seule fois, tandis que l'accumulation des 3520^{cal} dans l'eau se fait en quatre opérations.

» Le remplissage des chaufferettes se fait une fois pour toutes, en prenant certaines précautions simples, mais nécessaires, qui ont pour but d'éviter la surfusion : les bouchons doivent être soudés, et les chaufferettes

solides et parfaitement étanches, pour éviter toute perte d'acétate et toute rentrée d'eau lors du réchauffage, qui se fait dans l'eau bouillante. L'acétate étant un corps essentiellement stable, sa durée doit être pour ainsi dire indéfinie.

» Des essais ont été faits en France, aux chemins de fer de l'Ouest et de l'État. L'hiver prochain, le nombre de chaufferettes en réserve sera notablement augmenté. Un traité a aussi été passé avec la Compagnie royale des chemins de fer portugais, et très vraisemblablement le système va être adopté par les chemins de fer de la haute Italie. Des essais ont été faits également au chemin de fer du Nord de l'Espagne, et, en Angleterre, sur la London and North Western railway Company. »

MAGNÉTISME. — *Recherches sur les conditions de fabrication des aimants.* Lettre de M. G. TROUVÉ à M. le Président.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie la méthode que j'ai suivie pour la fabrication d'aimants puissants et toujours identiques les uns aux autres. Mes recherches ont porté sur trois points : obtenir un moyen de reconnaître le meilleur acier pour la fabrication des barreaux aimantés; déterminer le degré de trempe le plus convenable; choisir le procédé d'aimantation le plus simple et le plus pratique.

» J'ai d'abord essayé un grand nombre d'aciers, non seulement de provenances différentes, mais encore, pour chaque provenance, de qualités ou de numéros différents. Après les avoir tous coupés de longueur, je les ai aimantés et j'ai mesuré leur force portante; ensuite, ils ont été trempés de la même manière et aimantés de nouveau.

» Leur force portante, mesurée après cette nouvelle aimantation, m'a permis de reconnaître : 1° que les meilleurs aciers, au point de vue de la fabrication des barreaux aimantés, sont ceux d'Allevard, ce que l'on savait déjà d'ailleurs; 2° que les forces portantes, déterminées après les deux aimantations, sont liées par une loi simple qui peut s'énoncer en disant qu'elles sont entre elles dans le rapport $n : n^2$, c'est-à-dire que, si la force portante due à la première aimantation est représentée par 2, 3, 4, la force portante due au magnétisme à saturation sera 4, 9, 16. Par ce procédé, j'ai pu facilement classer les aciers.

» En ce qui concerne la trempe, j'ai fait de nombreux essais et j'ai reconnu qu'une trempe régulière est nécessaire. Comme je ne pouvais m'astreindre à faire moi-même cette opération, j'ai installé un moufle chauffé

par le moyen du gaz, à une température parfaitement constante : dès lors, il m'a été possible d'opérer industriellement, et de confier le travail de la trempe à un simple manœuvre.

» Quant au procédé d'aimantation en lui-même, les barreaux à aimanter sont placés dans deux solénoïdes juxtaposés, le circuit magnétique est fermé au moyen de deux plaques de fer doux, et je fais passer le courant d'une pile, du genre de celle de Wollaston, de six éléments.

» En opérant ainsi, j'obtiens des aimants d'une force constante et relativement considérable. Mes aimants droits portent jusqu'à douze et même quatorze fois leur poids; si l'aimant est recourbé en fer à cheval, la charge peut être quadruple, c'est-à-dire quarante-huit à cinquante-six fois son poids ([1]). »

CHIMIE. — *Dissociation : comparaison des formules à l'expérience.* Note de M. G. LEMOINE.

« Comparons en détail à l'expérience la théorie de la dissociation proposée pour les systèmes homogènes gazeux à des pressions suffisamment faibles (*Comptes rendus*, 1er août 1881, p. 265). Elle se résume dans la formule suivante, où p est le nombre de molécules de composé *possible* dans un volume de 1^{lit}, y le nombre de molécules de ce composé dissocié (p et y pouvant également représenter les poids absolus), μ le nombre d'équivalents en excès de l'un des éléments, a, b et β des constantes :

$$\frac{d\frac{y}{p}}{dt} = a\left(1 - \frac{y}{p}\right) - b\left(\frac{y}{p}\right)^{2\beta} p^{2\beta-1}\left[1 + \frac{\mu}{\left(\frac{y}{p}\right)}\right]^{\beta}.$$

» *Acide iodhydrique* (M. G. Lemoine, *Comptes rendus*, séances des 29 mars 1875, 2 et 16 juillet 1877). — I. L'influence de la pression sur la grandeur de la limite, étudiée spécialement à la température de 440°, dépend surtout de la constante β. On obtient β et $\frac{b}{a}$ en appliquant l'équation à deux déterminations correspondant aux pressions extrêmes : la limite peut ensuite se

(1) Dans ces conditions, des aimants munis de bobines ayant 120^{m} de fil n° 36 ($\frac{10}{100}$ de millimètre), dont la résistance est de 240 ohms, constituent, placés dans une enveloppe de bois durci, des téléphones Bell sensibles et très puissants.

calculer théoriquement pour toute autre pression. On trouve ainsi $\beta = 0,553$ et une concordance satisfaisante pour les pressions intermédiaires.

» II. L'influence de l'excès de l'un des corps, à la même température de 440°, peut se calculer, sans données nouvelles, au moyen de cette même valeur de β. Les résultats varient très peu quand β change notablement :

Rapport de l'hydrogène libre à l'hydrogène total.

Composition en équivalents.	Expérience.	Théorie avec $\beta = 0,553$.	Théorie avec $\beta = 1$.
H + I	0,24	0,24 (donnée).	0,24 (donnée).
H + 0,784 I	0,350	0,344	0,354
H + 0,527 I	0,547	0,521	0,535
H + 0,258 I	0,774	0,753	0,765

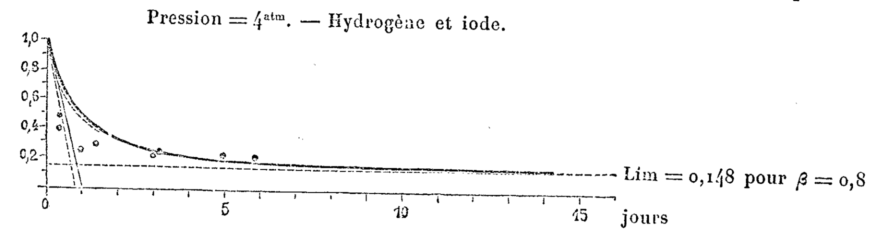
» III. La marche progressive de la réaction se calcule en empruntant à l'expérience une donnée de plus, pour avoir non seulement le rapport $\frac{b}{a}$, mais les valeurs de a et b : on peut, par exemple, se donner la vitesse initiale à une certaine pression. Tout le reste des expériences se calcule alors en faisant l'intégration (par quadratures successives). Les calculs ont été faits pour la température de 350° où la réaction est assez lente pour être suivie de près : les constantes n'ont plus les mêmes valeurs qu'à 440° et β devient égal à 0,8. Les tracés graphiques ci-après donnent les résultats.

» *Combinaison d'oxyde de méthyle et d'acide chlorhydrique* (M. Friedel, *Bulletin de la Société chimique*, 1875). — On n'a ici à s'occuper que de la limite. L'observation donne : la densité, quand les gaz sont en proportions atomiques; la contraction, quand l'un d'eux est en excès. On introduit, par le calcul, ces nouvelles quantités, en remarquant qu'il y a combinaison à volumes égaux avec contraction de moitié.

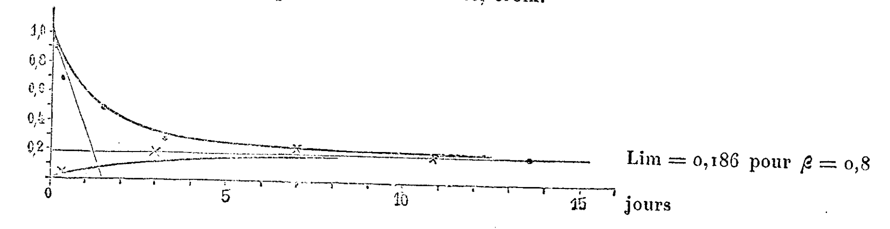
» I. L'influence de la pression sur la grandeur de la limite peut être étudiée comme pour l'acide iodhydrique. On trouve, suivant les données (*) dont on part, $\beta = 1,22$ ou $1,13$, c'est-à-dire peu différent de 1 :

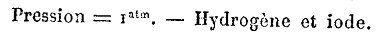
Pression en atmosphères	0,882	1,118	1,447	3,000	5,000
Fraction de dissociation $\frac{y}{p}$ (expérience)	0,876*	0,843	0,790*		
» (théorie avec $\beta = 1,22$).	0,876*	0,839	0,790*	0,618	0,490
» (théorie avec $\beta = 1,00$).	0,876*	0,850	0,817	0,702	0,607

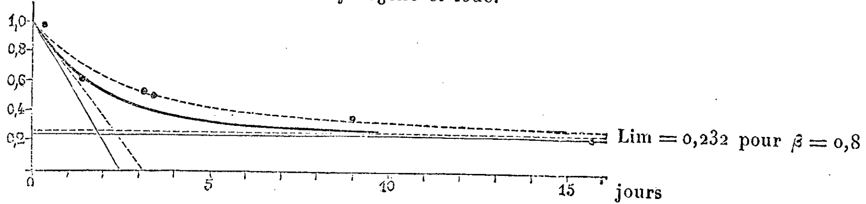
Proportions de gaz non combinés à la température de 350°, au bout de différents nombres de jours, dans un mélange d'hydrogène et de vapeur d'iode en proportions atomiques.



Pression = 2^{atm}.
1° Hydrogène et iode : courbe descendante, points;
2° Acide iodhydrique : courbe montante, croix.







Les longueurs horizontales représentent le temps en jours; les longueurs verticales, le rapport de l'hydrogène libre à l'hydrogène introduit (hydrogène libre persistant si l'on part de l'iode et de l'hydrogène, mis en liberté si l'on part de l'acide iodhydrique).

Les points et les croix indiquent les résultats de l'expérience.

Les résultats du calcul sont représentés pour deux hypothèses :

$$\begin{array}{ll} \text{Courbes en traits pleins.......} & \beta = 0,8 \\ \text{» » interrompus.} & \beta = 1,0 \end{array} \left(\frac{d\frac{y}{p}}{dt}\right)_0 \text{ pour } 4^{atm} \text{ et } t = 0 \left\{\begin{array}{l} 1,000 \\ 1,277 \end{array}\right.$$

Les deux courbes coïncident presque exactement pour la pression de 2^{atm}.

On a vu (*Comptes rendus*, 1er août 1881, p. 265) que suivant la pression il y a deux phases distinctes du phénomène, et qu'à des pressions assez faibles β est voisin de 1. Les écarts entre les résultats du calcul et de l'expérience pour la pression de 4^{atm} peuvent venir de ce qu'alors le rapprochement des molécules est déjà assez grand pour troubler la simplicité de la loi correspondant aux pressions faibles.

» II. L'action d'un excès de l'un des gaz résulte des mêmes données :

	Acide chlorhydrique.			Oxyde de méthyle.		
Excès, rapportés au volume total du mélange.	0	0,2	0,6	0	0,2	0,6
Fraction de dissociation (expérience).......	0,884*	0,828	0,776	0,884*	0,822	0,764
» (théorie avec $\beta = 1,22$).	0,884*	0,862	0,833	0,884*	0,862	0,833
» (théorie avec $\beta = 1,00$).	0,884*		0,818	0,884*		0,818

» Les différences doivent venir de ce que les gaz, près de la liquéfaction, sont loin d'être des gaz parfaits : l'écart est moindre quand l'excès provient de l'acide chlorhydrique, moins facilement liquéfiable.

» *Transformation polymérique de la vapeur d'iode à différentes pressions* (MM. Crafts et F. Meier, *Comptes rendus*, 22 mars 1880 et 5 janvier 1881). — L'augmentation de la densité de vapeur de l'iode, dans son refroidissement de 1500° à 400°, doit résulter de la combinaison de deux atomes identiques. Dès lors, on peut appliquer les mêmes formules que pour l'action de l'oxyde de méthyle sur l'acide chlorhydrique, car la condensation est de moitié dans les deux cas. On trouve β voisin de 1 :

Pression en atmosphères à 1250° .	1,0	0,4	0,3	0,2	0,1
Densité observée.............	5,89	5,54	5,30	5,07	4,72
Densité calculée avec $\beta = 1$	6,21	5,54 (donnée)	5,35	5,12	4,82

» *Bicarbonates de chaux ou de baryte* (M. Schlœsing, *Comptes rendus*, 24 juin et 8 juillet 1872). — Dans 1^{lit} d'eau, on a un poids p de carbonate de chaux en dissolution, poids constant à cause de la présence d'un excès de ce corps non dissous : l'atmosphère extérieure est de l'acide carbonique, d'une tension telle que 1^{lit} d'eau dissolve un poids x de ce gaz; il en résulte un poids y de bicarbonate existant à l'instant considéré.

» La chaleur ambiante tend sans cesse à détruire le bicarbonate, et le poids décomposé dans le temps dt est proportionnel à sa masse y. Mais il s'en reforme une quantité qui dépend des masses p et x de carbonate neutre et d'acide carbonique en état de réagir et qui, d'après les principes admis, est proportionnelle à $p^\beta x^\beta$. Or donc, k' et k étant des constantes,

$$k'y = kp^\beta x^\beta,$$

ou, en réunissant les constantes k', k et p^β en une seule K,

$$x^\beta = \mathrm{K}y.$$

» C'est précisément l'équation donnée par M. Schlœsing.

» La faible valeur 0,38 qu'a ici la constante β paraît due à ce qu'il s'agit d'un système liquide au lieu d'un système gazeux : les molécules étant beaucoup plus rapprochées, le rayon d'activité chimique est sans doute comparable à l'intervalle moléculaire, même à de très faibles pressions. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfurique sur l'amylène bromé.* Note de M. G. **Bouchardat**, présentée par M. Chatin.

« L'acide sulfurique concentré agissant sur l'amylène bromé ne m'a fourni ni alcool d'hydratation, ni produits polymères de la formule $(C^{16}H^{9}Br)^{n}$ ou de la formule $(C^{10}H^{8})^{n}$, mais une certaine quantité de composés acétoniques, et, comme produit accessoire, du bromure d'amylène $C^{10}H^{10}Br^{2}$.

» J'ai principalement étudié l'amylène bromé bouillant à 115°, que l'on se procure aisément en partant de l'alcool amylique de fermentation. Volumes égaux de cet amylène bromé et d'acide ont été mis en présence et agités dans un flacon. Chaque fois que l'on produit l'agitation, la température s'élève notablement et il est bon de ne pas l'opérer trop rapidement. Après vingt-quatre heures, la couche d'acide, qui était primitivement la plus lourde, se trouve au contraire à la partie supérieure du vase, le fond étant occupé par un liquide très dense, assez mobile, fortement coloré en brun; le vase renferme, au-dessus du liquide, quelques traces d'acide bromhydrique libre. On purifie ce produit dense, après l'avoir neutralisé exactement, d'un peu de produits résineux et de traces de composés très volatils, en le soumettant à la distillation. Mais cette distillation ne peut être opérée que sous pression réduite, le corps se décomposant à la température de l'ébullition sous la pression normale, en fournissant de l'acide bromhydrique. Il bout, dans ces conditions, à 175°-180°. Sa composition répond à la formule $C^{10}H^{10}Br^{2}$. C'est un bibromure d'amylène, provenant de l'action de l'acide bromhydrique sur l'amylène bromé. On en obtient plus de la moitié du poids de l'amylène bromé mis en réaction. Enfin, traité par la potasse alcoolique, il fournit de l'amylène bromé, identique avec le produit initial bouillant à 115°.

» Le liquide qui surnage ce bromure d'amylène a été additionné d'environ dix fois son volume d'eau; il se sépare ainsi une couche huileuse et résineuse plus légère. Le tout a été soumis à la distillation. On a recueilli le cinquième d'un liquide aqueux, mélangé de gouttelettes huileuses.

» Une seconde distillation a été faite, sur le produit distillé, en ne recueillant encore que le cinquième du liquide. La couche huileuse légère, ainsi obtenue, a été séparée par décantation, séchée sur du carbonate de potasse et distillée. On l'a séparée en un produit principal, plus léger que l'eau, passant de 76° à 81°, et en une petite fraction d'amylène bromé,

bouillant vers 115° et plus lourd que l'eau. Il reste dans la cornue une portion moins volatile encore, qui, abandonnée à l'évaporation spontanée, fournit des cristaux d'une substance neutre oxygénée, mais en quantité trop faible pour avoir pu être étudiée complètement. C'est évidemment un dérivé du composé plus volatil dont il va être question.

» Le liquide volatil de 76° à 81° possède la composition représentée par la formule $C^{10}H^{10}O^2$. Il est plus léger que l'eau, $D_0 = 0,832$ (1) environ, très mobile, se dissolvant dans moins de vingt fois son volume d'eau, neutre au papier de tournesol, doué d'une odeur aromatique éthérée, agréable, non suffocante; il possède les principales propriétés d'une acétone et non d'une aldéhyde.

» Cette acétone, mise en présence d'un excès d'une solution saturée de bisulfite de soude, préparée pour la circonstance, s'y dissout, et, après vingt-quatre heures, forme des cristaux assez volumineux, de la combinaison du bisulfite avec l'acétone, régénérant cette dernière quand on la fait bouillir avec une solution de carbonate alcalin. L'oxydation de ce corps par l'acide chromique additionné d'acide sulfurique ne fournit pas d'acide valérianique, mais seulement une notable proportion d'acide acétique qui a pu être caractérisé à l'état d'acétate de baryte cristallisé, et une petite proportion d'un acide butyrique que l'on a séparé en employant la méthode des saturations fractionnées et analysé combiné à la baryte. Ces caractères suffisent à déterminer la fonction chimique, à savoir d'être une acétone, dérivée régulièrement de l'amylène bromé.

» Je n'ai pu constater, en quantité appréciable, de composés correspondant soit au divalérylène, soit au trivalérylène, qui auraient pu prendre naissance dans ces conditions; les produits résineux fixes ou peu volatils, obtenus comme résidus dans les diverses distillations, sont tous oxygénés et paraissent provenir de l'action de l'acide sulfurique sur l'acétone $C^{10}H^{10}O^2$.

» J'ai répété toute la série des mêmes réactions avec de l'amylène bromé obtenu par l'action de la potasse alcoolique sur le bromure d'amylène $C^{10}H^{10}Br^2$, qui s'était formé une première fois en même temps que l'acétone $C^{10}H^{10}O^2$, et qui aurait pu avoir des propriétés différentes. Les réactions se sont effectuées de la même façon et les produits formés ont été trouvés identiques.

---

(1) Ce chiffre est un peu trop élevé, la substance examinée renfermant encore un peu d'amylène bromé.

» L'action de l'acide sulfurique concentré sur l'amylène bromé se passe donc comme si tout d'abord il y avait soustraction de l'acide bromhydrique à ce corps, en formant transitoirement un valérylène.

» L'acide bromhydrique mis en liberté se combine de suite à une portion de bromylène bromé, pour régénérer du bibromure d'amylène ainsi que le représentent les deux formules

$$C^{10}H^{9}Br = C^{10}H^{8} + HBr,$$
$$C^{10}H^{9}Br + HBr = C^{10}H^{10}Br^{2}.$$

» Le corps $C^{10}H^{8}$ se trouvant en présence d'acide sulfurique dans des conditions spéciales, au lieu de se polymériser, fixe finalement les éléments de l'eau $C^{10}H^{8} + H^{2}O^{2} = C^{10}H^{8}(H^{2})(O^{2})$.

» Mais, au lieu de donner un alcool d'hydratation, le corps formé est une acétone. Cela tient peut-être à ce que le carbure $C^{10}H^{8}$, étant un carbure incomplètement saturé du second ordre, ne pourrait fournir que des acétones par l'action ménagée de l'acide sulfurique, ainsi que l'a indiqué dernièrement M. Friedel.

» Cependant j'ai pu constater que l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau agit encore, mais très lentement et sans échauffement sensible, sur l'amylène bromé. Les produits volatils formés renferment encore, après deux mois de contact, de l'acétone $C^{10}H^{10}O^{2}$, mais la totalité ne se combine pas au bisulfite et le surplus possède la propriété générale des alcools, de se combiner avec l'acide chlorhydrique, en formant un éther neutre. La concentration de l'acide exerce une influence manifeste sur la marche de la réaction [1]. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une solution de densité* 3,28, *propre à l'analyse immédiate des roches.* Note de M. D. KLEIN, présentée par M. Fouqué.

« Il y a quelque temps, M. J. Thoulet, actuellement maître de conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier, proposait une nouvelle méthode pour la détermination des éléments constitutifs de roches complexes.

» Les poids spécifiques de la plupart des minéraux étant compris entre 2,2 et 3,3, il en résulte qu'on peut séparer ces minéraux les uns des autres en les plongeant dans des solutions sans action chimique sur eux,

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot, au Collège de France.

et dont le poids spécifique est susceptible de varier dans les mêmes limites.

» Les solutions d'iodure de mercure dans l'iodure de potassium (iodo-mercurate de potassium) remplissent en partie ces conditions.

» Une solution saturée de ces sels, à la température de 15°, donne un liquide de densité 2,77.

» La solution d'iodure de mercure dans l'iodure de potassium a été l'objet d'un remarquable travail de M. Goldschmidt, de Stuttgart. Ce savant a démontré qu'en opérant convenablement on pouvait obtenir, à l'aide de ces sels, un liquide de densité 3,17. Mais cette solution est sujette à d'assez grandes variations de densité; suivant les oscillations de la température ambiante, son poids spécifique varie de 3 à 3,17; de plus, pour l'amener à la densité de 3,17, il faut un ensemble de précautions des plus minutieuses, qu'on n'a pas toujours le loisir d'observer.

» Pratiquement, il est difficile d'atteindre la densité 2,9.

» Nous avions espéré pouvoir appliquer à la séparation mécanique des minéraux par voie de lévigation la solution de boroduodécitungstate tétrasodique. Cette solution possède bien une densité voisine de 3, mais elle est alors sursaturée; si l'on évapore à siccité et qu'on reprenne par l'eau, on obtient une solution de densité 2,5.

» Il y a là un ensemble de phénomènes semblables à ceux que M. de Marignac a signalés pour la solubilité des paratungstates de potassium.

» L'étude d'un nouveau genre de sels, que nous croyons être le premier à avoir signalés, les tungstoborates, nous a donné des résultats qui nous ont paru être intéressants au point de vue de leur application à l'analyse immédiate des roches.

» A l'exception des solutions du tungstoborate de potassium et de baryum, les solutions de ces sels ont des densités très considérables.

» Ceux de ces sels dont l'emploi paraît devoir donner les meilleurs résultats sont les tungstoborates de cobalt, de nickel et de cadmium,

$$9TuO^3, Bo^2O^3, 2CoO + 18Aq,$$
$$9TuO^3, Bo^2O^3, 2NiO + 18Aq,$$
$$9TuO^3, Bo^2O^3, 2CdO + 18Aq.$$

La solution du tungstoborate de cobalt a pour densité 3,32; celle du tungstoborate de nickel, 3,29; celle du tungstoborate de cadmium, 3,281. Nous parlons ici des poids spécifiques de solutions, sinon saturées, du moins très voisines de leur point de saturation.

» Ces trois sels sont excessivement solubles dans moins de 10 pour 100 de leur poids d'eau.

» Après l'alcool éthythallique (éthylate de thallium), ces solutions sont les plus denses des liquides transparents connus (l'éthylate de thallium a pour densité 3,56). Ce sont certainement les plus denses des solutions aqueuses.

» Pour l'analyse immédiate des roches, la solution de tungstoborate de cobalt est à rejeter : elle présente une teinte rouge groseille tellement intense que, sous une faible épaisseur, elle arrête toute radiation lumineuse.

» La solution de tungstoborate de nickel est colorée en vert : cette coloration pourrait gêner dans certains cas.

» L'emploi de la dissolution de tungstoborate de cadmium ne nous paraît devoir présenter aucun inconvénient : elle est assez mobile, transparente, légèrement colorée en jaune. Sa teinte rappelle la nuance de la belle huile d'olive.

» Évaporée dans le vide sec, elle abandonne de magnifiques cristaux orthorhombiques, dont quelques-uns ont jusqu'à $0^{m},02$ de côté.

» Si, au contraire, on l'évapore au bain-marie jusqu'à ce qu'un fragment de péridot nage à la surface et qu'on l'abandonne ensuite dans un endroit frais, le tungstoborate de cadmium se dépose sous forme de masses cristallines, formés de cristaux orthorhombiques accolés.

» Si l'on prend ces masses cristallisées, qu'on les égoutte sur un entonnoir et qu'on les chauffe dans un tube au bain-marie, elles fondent à 75° dans leur eau de cristallisation, et dans la petite quantité d'eau mère qui les imprègne encore. On obtient ainsi un liquide assez mobile, de densité 3°,6. Le spinelle magnésien flotte à la surface.

» Le tungstoborate de cadmium permet donc d'obtenir aisément, par voie humide, à une température inférieure à 80°, la séparation des minéraux microscopiques par lévigation.

» Il peut servir aussi à la reconnaissance immédiate des gemmes taillées : on sait que le diamant taillé, à première vue, peut être confondu, par un observateur superficiel, avec le saphir blanc, ou corindon incolore, surtout quand ce dernier est serti convenablement après la taille.

» Rien de plus facile que de distinguer ces deux gemmes avec un liquide de densité 3°,6 : le corindon tombera au fond et le diamant surnagera.

» Enfin la solution de tungstoborate de cadmium offre un autre avantage : elle ne corrode pas les doigts, comme celle d'iodomercurate de potassium, et, quoique vénéneuse, ne présente pas la redoutable toxicité de cette dernière.

» Voici comment on peut préparer, en grande quantité et à peu de frais, le tungstoborate de cadmium.

» On fait dissoudre dans l'eau une partie de tungstate de sodium, on ajoute $1\frac{1}{2}$ partie d'acide borique cristallisé, et on porte la liqueur à l'ébullition. On voit l'acide borique se dissoudre entièrement sans qu'il se sépare de l'hydrate tungstique.

» Par refroidissement, il cristallise des polyborates sodiques (le borax domine dans ce mélange) et il reste une eau mère légèrement colorée en violet pur par un commencement de réduction.

» On sépare cette eau mère en essorant à la trompe les cristaux déposés et les lavant avec une petite quantité d'eau.

» Par concentration à chaud et cristallisations successives, on obtient une eau mère tellement dense qu'un fragment de verre nage à la surface.

» C'est la solution de boroduodécitungstate tétrasodique.

» A cette solution concentrée et bouillante on ajoute une solution chaude et saturée de chlorure de baryum (1 partie de chlorure de baryum pour 3 parties de tungstate de sodium primitivement employé). Il se forme un abondant précipité pulvérulent qu'on essore à la trompe. On le lave à l'eau pure, et on le met ensuite en suspension dans de l'eau bouillante aiguisée d'acide chlorhydrique (1 partie d'acide de densité 1,18 pour 10 parties d'eau). Le précipité se dissout : on évapore à siccité en ajoutant un excès d'acide chlorhydrique, il se sépare de l'hydrate tungstique.

» On reprend par l'eau bouillante la masse desséchée, on filtre pour séparer l'hydrate tungstique, on concentre à chaud. La liqueur abandonnée au refroidissement laisse déposer de magnifiques cristaux, identiques de forme avec le métatungstate de baryum de Scheibler. Ce sont des octaèdres quadratiques modifiés, présentant les faces P, m et a_1.

» Ces cristaux sont le tungstoborate de baryum :

$$9TuO^3, Bo^2O^3, 2BaO + 20Aq.$$

» On les purifie par voie de cristallisations successives, le sel cristallisant très bien par simple refroidissement de la solution saturée à chaud.

» En décomposant le tungstoborate bibarytique par le sulfate de cadmium, on obtient le tungstoborate de ce métal.

» On peut, à l'aide du même sel, préparer facilement l'acide tungstoborique et les autres tungstoborates. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Infection tuberculeuse, par les liquides de sécrétion et la sérosité des pustules de vaccin.* Note de M. **H. Toussaint**, présentée par M. Bouley.

« La salive, le mucus nasal et l'urine d'animaux tuberculeux peuvent transmettre la tuberculose; pour les deux premiers liquides, la démonstration en a déjà été faite par M. Villemin, qui opérait de l'homme aux animaux; je ne connais aucune relation de transmission par l'urine.

» C'est avec des sécrétions provenant d'une vache que les expériences suivantes ont été faites.

» L'inoculation a été faite à la lancette, à la base de l'oreille de trois lapins avec le liquide clair et visqueux qui s'écoule ordinairement de la narine de la vache tuberculeuse; deux semaines après l'opération, les lapins présentaient des tubercules locaux et déjà une augmentation de la consistance et du volume du ganglion parotidien; la maladie a suivi sa marche habituelle; le soixante-dixième jour après l'inoculation les animaux ont été tués, et tous présentaient une quantité considérable de tubercules dans le poumon, dont quelques-uns montraient déjà de la matière caséeuse au centre; le plus grand nombre était encore à l'état de granulation grise.

» Des expériences semblables ont été faites le même jour avec la salive retirée de la bouche de la vache tuberculeuse : elles ont donné des résultats semblables; je dois dire cependant que dans ce dernier cas les lésions pulmonaires étaient un peu moins avancées, le tubercule local était peu apparent à travers la peau, mais le ganglion accusait nettement son existence et on le trouvait très petit dans le tissu conjonctif sous-cutané.

» Une injection de quelques gouttes d'urine de truie a été faite à la base de l'oreille d'un lapin presque adulte. Après quelques semaines, ce lapin a commencé à maigrir, et il est mort, après quatre mois, de pneunomie caséeuse.

» On peut tirer, je pense, de ces expériences des conséquences importantes au point de vue des précautions hygiéniques à prendre dans les abreuvoirs publics. Il arrive aussi que dans les laiteries les animaux de l'espèce bovine qui sont renfermés dans une même étable, très rapprochés généralement, deviennent successivement tuberculeux, ce qu'ils accusent surtout par la toux, l'embonpoint restant communément assez bon, vu la nourriture qui leur est donnée. On cherche à expliquer souvent ce fait par des conditions communes d'air, de lumière et d'alimentation. J'estime qu'il

y a plus que des situations hygiéniques, et que dans la plupart des cas il y a contagion. Dans ses belles recherches sur l'infection par les voies digestives, M. Chauveau a parlé de l'infection par l'usage d'un baquet commun chez des génisses. J'ai moi-même signalé un fait de ce genre chez le porc. Or les animaux qui vivent dans les étables boivent et mangent dans des vases communs; on ne fait pas la moindre différence entre les animaux atteints de phtisie et ceux qui n'en présentent pas les symptômes, et il s'ensuit, en raison des contacts médiats ou immédiats, que la contagion passe inaperçue.

» Sur la même vache tuberculeuse j'ai institué des expériences qui me paraissent avoir une certaine importance au point de vue de la contagion qui peut résulter de la vaccination, lorsque le vaccin a été pris sur un sujet tuberculeux.

» Avec le vaccin recueilli sur une belle pustule d'un enfant en excellente santé et provenant de parents robustes, j'ai fait à cette vache sept piqûres autour de la vulve. Quelques jours après, les pustules se montraient en nombre égal aux inoculations. Le septième et le huitième jour, ces pustules étant ombiliquées, j'inoculai la sérosité à quatre lapins et à un porc; deux lapins tués deux mois après ont montré toutes les lésions de la tuberculose, tubercule local ganglionnaire et pulmonaire; le porc présente en ce moment un tubercule local bien développé : il ne sera tué que plus tard, mais il est certain qu'actuellement il y a déjà généralisation et qu'il est tuberculeux.

» Au moment où la vaccination peut devenir obligatoire et avec les tendances actuelles, qui sont de faire passer le vaccin par les animaux de l'espèce bovine, il est nécessaire de bien choisir les sujets qui devront être les producteurs du vaccin. Ce n'est qu'après un sérieux examen de toutes les conditions par lesquelles a passé l'animal qu'il pourra être inoculé et servir à la reproduction du vaccin. Cet examen devra aussi être fait chez tous les enfants ou adultes dont les pustules doivent fournir l'élément nécessaire aux vaccinations. »

M. Vulpian croit qu'il ne faut accepter que sous toutes réserves les conclusions que M. Toussaint a tirées de ses recherches. On sait que, chez le lapin, on a pu déterminer la tuberculose expérimentale dans des conditions très diverses, et en particulier sans introduction d'une matière animale quelconque dans l'organisme de cet animal. Il faudrait donc, pour que les faits observés par M. Toussaint fussent à l'abri de toute contesta-

tion, qu'ils eussent été reproduits un grand nombre de fois avec les mêmes résultats et, autant que possible, sur des animaux autres que le lapin et le porc.

PATHOLOGIE GÉNÉRALE. — *Note sur la rage;* par M. **H. Duboué.**

« Dans un travail intitulé : *De la physiologie pathologique et du traitement rationnel de la rage,* que j'ai publié en 1879, je me suis efforcé de prouver, en invoquant sans cesse les données déjà assez nombreuses fournies par l'Anatomie pathologique, la Statistique et la Physiologie expérimentale elle-même, que le virus rabique, loin d'être absorbé, comme on le croyait et comme on le croit encore généralement, se propage depuis le point d'inoculation jusqu'au bulbe rachidien, en suivant certaines des fibres nerveuses qui relient ce centre nerveux à toutes les parties du corps. Après avoir cherché inutilement, comme les nombreux expérimentateurs qui l'avaient précédé, à inoculer le virus rabique par le sang, M. Pasteur [1] s'est livré récemment à de nouvelles expériences qui, cette fois, lui ont donné un plein succès; il déclare lui-même qu'elles lui ont été suggérées par l'hypothèse de la transmission du virus de la rage par les nerfs. Cette théorie nerveuse ne m'appartient pas sans doute, pas plus que les données multiples sur lesquelles elle s'appuie, et j'ai eu soin de le déclarer expressément; mais, en coordonnant les documents épars qui existaient déjà dans la science, j'ai été le premier à en établir et à en montrer le fondement solide.

» Quoique M. Pasteur ait bien voulu prêter l'autorité de son nom à la valeur de cette théorie, et aux efforts que j'ai faits pour la remettre en vigueur, je prends la liberté de rappeler à l'Académie quels sont mes titres dans cette question si importante, dont se préoccupent à bon droit les physiologistes et les médecins qui croient devoir l'éclairer par des expériences nouvelles. »

La séance est levée à 5 heures et demie. B.

---

[1] Voir *Comptes rendus*, séance du 30 mai 1851, p. 1259.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 16 AOUT 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur les apparences cométaires;* par M. J. JAMIN.

« La question des comètes préoccupe aujourd'hui tous les savants, et, M. Faye ayant engagé les physiciens à s'en occuper, je me décide à entrer dans le débat, non point pour présenter une hypothèse nouvelle, mais au contraire pour combattre celle qu'il a imaginée. Je ne la crois pas nécessaire; elle me paraît en contradiction avec la théorie des vibrations de l'éther; elle a encore l'inconvénient d'enlever à la loi de gravitation sa généralité et sa simplicité. Dans un premier travail, M. Roche a déterminé par le calcul la forme des couches de niveau des atmosphères cométaires soumises à l'attraction du Soleil, mais sans tenir aucun compte des différences de température que les rayons solaires occasionnent aux deux faces des comètes. Il arrive ainsi à trouver que ces astres doivent avoir deux queues, l'une vers le Soleil, l'autre à l'opposé, ce qui est contraire à la réalité et ce qui devait être, puisqu'il néglige la cause qui détermine manifestement la dissymétrie des deux faces. Alors, dans un second Mémoire, il introduit un correctif: il suppose l'existence d'une force répulsive qui diminue l'attraction solaire dans le rapport de 1 à $1-\varphi$, φ étant une

force qui agit inégalement sur les diverses matières, et qui est en raison inverse de leur densité. Cette hypothèse permet d'achever facilement le calcul, mais elle n'a aucune réalité physique; elle se borne à remplacer l'échauffement de l'atmosphère cométaire qui devrait entrer dans les calculs, mais qui a été négligée, par une action imaginée à plaisir et que l'expérience n'a jamais constatée. Je vais tâcher de rétablir l'effet dû à l'inégal échauffement des deux faces en consultant les analogues qui doivent exister entre la Terre et les comètes.

» Sur la Terre, à chaque jour de l'année, les rayons solaires frappent normalement l'un après l'autre tous les points d'un cercle perpendiculaire à l'axe de rotation et voisin de l'équateur. Ces points sont, de toutes les parties du globe, celles qui reçoivent à midi le maximum d'échauffement. Ils constituent ce qu'on nomme l'*anneau d'aspiration*. L'air, en effet, s'y raréfie, s'y élève, fait un appel, soit vers le Nord, soit vers le Sud, et détermine deux courants gazeux, les *vents alizés*. Permanents, réguliers, venant des contrées tempérées, échauffés progressivement dans leur trajet, entraînant avec eux une ardente évaporation, légèrement déviés vers l'Ouest par l'effet de la rotation du globe, ces courants se rencontrent obliquement sur l'anneau pour s'élever jusqu'à la limite supérieure de l'air; là ils s'étalent, puis, prenant une direction contraire, ils retournent l'un vers le Nord, l'autre vers le Sud : ce sont les *contre-alizés*. Il y a donc des deux côtés de l'anneau d'aspiration deux courants atmosphériques fermés, enveloppant le globe tout entier, venus froids des pôles en rasant la Terre et y retournant, réchauffés, par le chemin des hauteurs. Ce n'est point le lieu d'insister sur le rôle capital de cette circulation : il suffit d'avoir montré sa nécessité, sa constance et son étendue, et rappelé la théorie due au célèbre Halley, qui n'a jamais été contestée.

» Cette circulation existerait encore, mais changerait les conditions si la Terre, au lieu de tourner sur elle-même, offrait toujours la même face au Soleil. L'anneau d'aspiration se réduirait à un point, les alizés y convergeraient de toutes les directions, les contre-alizés en divergeraient dans tous les sens. Tous les points de la Terre enverraient à ce sommet de l'air froid qui s'y échaufferait, *s'élèverait en un faisceau conique vers le Soleil, s'évaserait, s'infléchirait sur les bords comme le calice des fleurs cyathiformes*, fuirait le Soleil par le chemin des hauteurs, et, après un trajet plus ou moins long, reviendrait au point de départ en rasant la surface du globe. Il est bien évident que ce double mouvement aurait une énergie d'autant plus grande que la Terre s'approcherait plus du Soleil, que son atmosphère aurait plus

d'étendue, et qu'il y aurait une plus grande masse d'eau à évaporer. Cela ne suppose aucune force répulsive spéciale.

» Arrivons aux comètes. Dans le long voyage qu'elles accomplissent lentement jusqu'au delà du monde solaire, elles ont le temps de perdre toute la chaleur qu'elles ont reçue du Soleil et d'effacer les traces d'une si grande perturbation. La queue disparaît, la matière se ramasse sur elle-même par son attraction et prend la forme d'une nébuleuse sphérique. Au centre, les matières denses, les solides, le noyau, puis les liquides, puis les gaz : une atmosphère énorme, un noyau très petit. Ce noyau avait 1600^{km} dans la comète de Donati, l'atmosphère en mesurait 20000. La comète de 1881 était encore plus extraordinaire; son auréole mesurait $2\,000\,000^{km}$, son noyau était réduit à 680 : un point. C'est le contraire pour la Terre dont le diamètre atteint $12\,000^{km}$ et dont l'atmosphère n'est qu'une pellicule mince de 18 à 20 lieues. Tout se réunit dans la constitution des comètes pour développer sous l'action solaire les plus grandioses mouvements atmosphériques, incomparablement plus accentués que ceux qui nous sont offerts par la Terre.

» Comme on n'a jamais reconnu le moindre mouvement rotatoire dans les comètes ou dans leurs atmosphères, on est autorisé à dire qu'il est très lent s'il existe, à n'en point tenir compte et à admettre que l'astre présente toujours la même face au Soleil : c'est donc le deuxième mode d'échauffement qui doit se produire. Dans chaque plan passant par le centre du Soleil et le noyau, il y aura une double circulation atmosphérique. A l'intérieur, les courants marcheront vers le Soleil comme si la gravitation y était augmentée; à l'extérieur, ils s'en éloigneront comme si elle était diminuée ou comme s'il existait une force répulsive émanant du Soleil, agissant sur la surface extérieure de l'atmosphère cométaire, et n'agissant qu'à l'extérieur. En réalité, cette action répulsive n'existe pas; en fait, tout se passe comme si elle existait, et précisément dans les conditions que M. Faye avait supposées. Dès lors, toutes les conséquences qu'il en a déduites pour expliquer la formation des queues en découlent naturellement. Il n'y a rien à y changer.

» Je ne crois pas cependant que cette théorie suffise pour expliquer les apparences cométaires. Je crois, au contraire, que l'électricité y intervient pour une large part. Revenons d'abord aux phénomènes terrestres.

» C'est un fait avéré qu'il y a des quantités considérables d'électricité dans les hauteurs atmosphériques, et qu'elle croît à mesure qu'on s'élève

davantage; on admet généralement qu'elles résultent des mouvements atmosphériques, qu'elles se développent par l'évaporation à l'anneau d'aspiration, qu'elles sont en mouvement depuis cet anneau jusqu'aux pôles sous la forme de deux courants dans l'air raréfié qu'elles illuminent. Vers le Soleil, c'est la lumière zodiacale, invisible au voisinage de cet astre, mais s'étendant jusqu'à une distance assez grande pour être aperçue, surtout vers l'équateur; près des pôles, ce sont les aurores boréales que nous voyons obliquement et qui nous paraissent plus lumineuses qu'au zénith, parce qu'elles ont une plus grande épaisseur et qu'elles se concentrent.

» Sur une comète l'échauffement se fait au point de concours des alizés, en face du Soleil; mais des actions électriques analogues doivent se manifester, éclairer la tête et y produire ces apparences d'effluves qui se succèdent comme les stratifications dans un tube de Geissler, fuir avec les contre-alizés à l'opposé pour illuminer la queue, et se prolonger au loin comme les rayons lumineux dans les appareils de M. Crookes. La queue contiendrait sans doute de la matière, mais à un très grand degré de raréfaction, et serait rendue visible à la fois par l'éclairement solaire et par le courant électrique.

» M. Flammarion aurait donc raison d'attribuer ces lueurs à l'électricité; d'autre part, l'observation de M. Berthelot serait justifiée et le développement de cette électricité serait dû aux phénomènes d'évaporation et de mouvement dont l'atmosphère est le siège. Insistons sur ce point.

» L'étude récente du spectre des comètes a démontré, sans qu'une contestation soit possible, que l'auréole intérieure et la queue contiennent des gaz carburés, émettant une lumière propre. Or, ils ne peuvent être lumineux que de deux manières, par combustion ou par une effluve électrique. S'ils étaient en combustion, il faudrait expliquer comment ils prennent feu, comment ils continuent indéfiniment de brûler, ce qui paraît difficile. Dans ce cas, tous les matériaux dont la comète est composée seraient portés au rouge, et le spectre contiendrait les raies spectrales lumineuses des métaux, comme on les voit dans l'arc électrique brûlant au milieu de l'air. Rien de cela ne se produit : la lumière est absolument celle de l'arc quand la vapeur de carbone est transportée sans se brûler dans des gaz inertes; pas plus que cet arc elle ne montre les bandes brillantes des métaux. Ce n'est donc point à un incendie qu'il faut demander la cause de cette lumière propre, mais à une illumination par les courants.

» Je crois donc que le Soleil détermine dans les atmosphères cométaires

des courants gazeux analogues aux alizés et aux contre-alizés terrestres, que cette circulation produit vers le Soleil des effluves sorties de la tête du noyau et transporte à l'opposé les matières qui sont à l'extérieur, ce qui fait sur celles-ci le même effet qu'une force répulsive émanée du Soleil, force qui n'a aucune raison d'être. Je crois, en outre, que cette circulation s'accompagne d'un mouvement électrique qui illumine les gaz, soit vers la tête, soit vers la queue, et qui les rend visibles pour nous malgré la faiblesse de leur densité, et précisément à cause de cette faiblesse même. »

CHIMIE. — *Recherches sur les chlorures anhydres de gallium*; par M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« *Perchlorure de gallium*. — Ce composé, obtenu ainsi qu'il a été dit dans la Note précédente (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 294), correspond à l'oxyde Ga^2O^3 existant dans l'alun de gallium et d'ammonium; il a été analysé en précipitant son chlore par le nitrate d'argent.

				Théorie, Cl calculé pour		
	Poids du sel.	Chlore trouvé.	Perte en Cl (pour Ga^2Cl^6).	$GaCl^2$ (ou Ga^2Cl^4).	Différence.	$GaCl^3$ (ou Ga^2Cl^6).
	cgr	cgr	cgr	cgr	cgr	cgr
I......	5,22	3,12	0,03	2,63	0,52	3,15
II.....	32,82	19,74	0,08	16,54	3,28	19,82

» Les pertes en chlore sont ici bien plus faciles à éviter qu'avec le protochlorure, car le perchlorure ne dégage aucun gaz au contact de l'eau, dans laquelle il se dissout simplement avec échauffement considérable : la solution est limpide.

» Le perchlorure de gallium fond, à peu de chose près, à 75°, 5 et bout vers 215° ou 220°, c'est-à-dire quand il est placé dans un bain porté de 215° à 220°. La vapeur dégagée est probablement un peu moins chaude que 215° ou 220°, par suite de la facilité avec laquelle se produit un retard d'ébullition. En effet, on peut souvent chauffer le Ga^2Cl^6 jusqu'au delà de 240° sans le faire bouillir.

» Le perchlorure de gallium offre le phénomène de la surfusion, mais d'une façon moins prononcée que le protochlorure; il cristallise très bien

(1) Le poids atomique du gallium est 69,87, d'après mes anciennes déterminations.

par refroidissement et par sublimation ; ses cristaux sont plus allongés et plus facilement limpides que ceux du protochlorure ; les deux sels se distinguent aisément à première vue.

» Malgré l'élévation relative de son point d'ébullition, le Ga^2Cl^6 se déplace déjà sensiblement, au bout de quelques minutes, dans un tube dont une portion est portée à 60°, tandis que l'autre est maintenue à 23°.

» Quand il est liquéfié par la chaleur, le perchlorure de gallium absorbe abondamment et rapidement les gaz, les mettant en liberté au moment de la cristallisation. De chaque cristal en voie de formation, il se dégage une foule de petites bulles. Ce fait a été remarqué il y a quelque temps par mon savant ami, M. Friedel, qui m'avait permis de faire une préparation de chlorures de gallium dans son laboratoire. Lors de cette première expérience, le gaz absorbé, puis dégagé, était de l'azote. Depuis, j'ai observé que le chlore est dissous rapidement en proportion plus considérable encore que l'azote ; le liquide devient d'un jaune d'or foncé et abandonne le chlore pendant sa cristallisation. Le protochlorure de gallium ne jouit pas de la faculté d'absorber l'azote ni l'air secs. Cela contribuera peut-être à expliquer pourquoi un globule de gallium, lentement attaqué par le chlore et baigné de chlorures fondus, dégage continuellement du gaz ; les petites bulles détachées du métal et adhérentes à la paroi de verre continuent de grossir jusqu'à ce qu'elles éclatent. Un dégagement semblable s'observe quand du gallium est chauffé dans le perchlorure fondu, qu'il transforme lentement en protochlorure.

» Lors de la préparation du Ga^2Cl^6, le gaz (azote et chlore mélangés) qui traverse l'appareil, bien que ne laissant à peu près rien déposer dans les dernières ampoules, donne d'épaisses fumées blanches au contact de l'atmosphère. Ces fumées ne sont pas retenues par l'eau, non plus que par une solution étendue d'acide chlorhydrique, mais le gaz qui a traversé de la potasse diluée ne les produit plus. On retrouve des quantités notables de gallium dans la liqueur potassique.

» J'ai pris la densité de vapeur du perchlorure de gallium, à une soixantaine de degrés au-dessus de son point d'ébullition, par la méthode de M. Dumas.

» Une opération faite au bain d'huile minérale à 273°, sur un ballon d'environ 11^{cc}, a donné $D = 11,9$.

» La théorie indique $D = 12,2$ pour $Ga^2Cl^6 = 2^{vol}$.

» Si l'on a recours à des températures supérieures, on constate les effets d'une dissociation qui va s'accentuant rapidement.

» Ainsi la densité 10,0 a été obtenue (comme moyenne de trois expériences) dans la vapeur de mercure (357°), avec des ballons d'environ 6^{cc}, 17^{cc} et 20^{cc}.

» Dans la vapeur de soufre (447°), la densité s'est abaissée à 7,8, moyenne de deux essais faits avec des ballons d'environ 4^{cc} et 11^{cc}.

» Observée à faible distance du point d'ébullition, la densité de vapeur du Ga^2Cl^6 s'est montrée notablement supérieure à la densité théorique. Une seule expérience, il est vrai, a été faite; elle a donné $D = 13,4$ à 247°, avec un ballon d'environ 10^{cc}.

» M. Friedel a bien voulu prendre la densité de vapeur du Ga^2Cl^6 avec l'appareil Meyer. Dans la vapeur de mercure, il a obtenu $D = 8,5$, et dans la vapeur de soufre $D = 6,6$; encore ce dernier nombre est-il certainement un maximum, car une faible quantité de matière a pénétré, sous forme de fumées, dans la cloche graduée en même temps que l'azote dégagé. La présence d'un excès de gaz inerte a donc fortement accru la dissociation du sel à 357° et à 447°.

» Le perchlorure de gallium liquéfié par la chaleur possède à 80° une densité égale à environ 2,36, relativement à la densité de l'eau prise aussi à la température de 80°.

» Exposé à l'air libre, le Ga^2Cl^6 fume beaucoup et tombe rapidement en déliquescence avec dégagement notable de chaleur et production d'un sirop épais, continuant d'attirer l'humidité atmosphérique; la liqueur, évaporée à une douce chaleur, se dessèche en une masse amorphe qui absorbe de nouveau la vapeur d'eau et se transforme en une gelée ressemblant à la silice due à l'action d'un acide sur un silicate alcalin; cette gelée ne se liquéfie pas à l'air libre, mais elle se dissout entièrement dans l'eau froide; la solution, évaporée de nouveau à sec, reprend bientôt la forme de gelée à l'air libre.

» Abandonné dans un vase mal fermé, le Ga^2Cl^6 absorbe lentement l'eau et se prend directement en gelée au bout de quelque temps, sans dessiccation préalable.

» A l'origine de mes recherches sur le gallium, j'avais obtenu plusieurs fois du perchlorure hydraté sous forme de cristaux; il m'a été impossible dernièrement de réussir cette préparation. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Remarques sur les effets singuliers d'un coup de vent du Sud-Ouest;* par M. G.-A. Hirn.

« Je crois devoir mentionner, sous forme concise, l'action désastreuse qu'a eue, sur un grand nombre de plantes, un coup de vent violent survenu dans les régions qui environnent Colmar.

» Le 26 juillet, dans la nuit et au matin, la température s'élevait à 18°, l'air était presque calme jusque vers les 10^h. A cette heure-là, commença à souffler un vent du Sud-Ouest, de plus en plus violent, et la température de l'air s'éleva graduellement de 18° à 29°. Ce vent a duré de 10^h à $1^h 30^m$ du soir, avec une vitesse moyenne de 15^m et de fréquents maxima de 18^m.

» L'effet de ce vent a été de *brûler rapidement*, comme le ferait une gelée de printemps, les fleurs et les feuilles d'un grand nombre de végétaux, tels que laurier-rose, rosier, glycine, etc.

» Il s'agissait probablement d'un coup de fœhn ou de sirocco, car le baromètre a subi une baisse assez marquée ($733^{mm},8$ à 7^h du matin, $731^{mm},4$ à midi, $740^{mm},9$ à 7^h du soir). Néanmoins, il me semble douteux qu'on puisse attribuer ces résultats à une action purement siccative du courant d'air sur les organes des végétaux. Tous ceux-ci, en effet, avaient supporté parfaitement, par un vent du Nord-Est très modéré, les chaleurs excessives des jours précédents, qui, à l'ombre, se sont élevées jusqu'à 36° et même 39°, et qui, par conséquent, en plein soleil, pouvaient aller à 50° ou même 55°. L'humidité relative, pendant le vent du Nord comme pendant le vent du Sud, était à peu près la même, variant de 0,30 à 0,35 pour le degré de saturation. Ce qui a été frappant, surtout dans les effets de ce vent, c'est leur instantanéité. Dans l'espace de vingt minutes après le commencement du vent, et bien avant que la température de celui-ci se fût élevée à 24°, la moitié au moins des fleurs d'un laurier-rose en pleine floraison étaient déjà brunies. Ces fleurs n'étaient pas desséchées, loin de là, elles étaient simplement pendantes et mortes. Les feuilles des végétaux qui avaient été fanées étaient aussi simplement ramollies et pendantes; celles-ci, toutefois, au bout de quelques jours, sont revenues à leur vitalité primitive.

» Je ne sais si le phénomène que je viens de mentionner a été observé déjà, et surtout s'il a été expliqué convenablement. »

RAPPORTS.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Rapport sur le rôle de Claude de Jouffroy dans la découverte de la navigation à vapeur.*

[Commissaires : MM. Rolland, Bresse, Lalanne, de Lesseps, rapporteur ([1])].

« Claude de Jouffroy, appartenant à l'une des meilleures familles de la Franche-Comté, possédait au plus haut degré le génie de la Mécanique; entré dans un régiment en 1772, il eut avec son colonel une affaire d'honneur, dont le résultat fut une lettre de cachet qui l'envoya pendant deux ans aux îles Sainte-Marguerite, en Provence. A la faveur de ce loisir forcé, il eut le temps de recueillir les matériaux d'un ouvrage sur les manœuvres des galères à rames. Redevenu libre, il se rendit à Paris à l'âge de 24 ans, en 1775; c'était le moment où les frères Perrier venaient de créer la machine à vapeur dite pompe à feu de Chaillot; aidé par son travail sur les galères à rames et connaissant les expériences faites par Duguet pour substituer aux rames des roues à palettes, ayant en outre appris que Papin avait décrit un bateau recevant l'impulsion des roues mues par la vapeur, il s'appliqua à adapter le nouveau moteur à la navigation et il en émit l'idée devant une Commission composée de Perrier, du général de Follenay, du marquis Ducrest, frère de Mme de Genlis, et de M. d'Auxiron, colonel en second du régiment d'Auvergne.

» La gloire de Papin est incontestable ; il n'est pas besoin, pour l'établir, de lui attribuer plus qu'il ne lui appartient, ni de l'enrichir aux dépens de ceux qui l'ont suivi. Papin a conçu et exécuté l'appareil à cylindre et à piston qui a permis d'employer la vapeur comme force motrice. Il avait conçu l'idée de l'appliquer à la navigation, mais le bateau à vapeur qu'il avait inventé et exécuté a été détruit par une insurrection populaire, avant que l'invention eût porté ses fruits, et il ne lui a pas été possible de renouveler l'expérience.

» Ce fut à Baume-les-Dames, sur le Doubs, sans autre secours que

---

([1]) Cette Commission a été nommée par l'Académie sur la demande de Mlle Marthe de Jouffroy, petite-fille de Claude de Jouffroy, à l'effet d'examiner les titres de Claude de Jouffroy à un témoignage de la reconnaissance nationale, pour avoir, le premier, fait l'expérience publique de la navigation à vapeur.

celui d'un chaudronnier de village, que Claude de Jouffroy entreprit son premier bateau à vapeur. Ce premier bateau avait 40 pieds de longueur et 6 de largeur. De chaque côté, vers l'avant, des tiges de 8 pieds de longueur, suspendues à un axe supporté par des chevalets, portaient, à leur extrémité inférieure, des châssis armés de volets mobiles qui plongeaient dans l'eau à une profondeur de 18 pouces.

» Une pompe à feu, ou machine à simple effet, était installée au milieu du bateau; son cylindre avait 6 pouces de diamètre; le piston communiquait aux tiges des rames par le seul intermédiaire d'une chaîne et d'une poulie de renvoi. Lorsque la vapeur soulevait le cylindre, les contre-poids ramenaient les volets à leur point de départ, et, pendant ce mouvement rétrograde, les rames, au lieu de se fermer, s'ouvraient d'elles-mêmes pour opposer la moindre résistance possible. Aussitôt que, par suite de l'injection d'eau froide, le vide s'opérait dans le cylindre, la pression atmosphérique faisait descendre le piston, qui retirait ces rames avec une grande rapidité, et alors les volets se trouvaient fermés, pour offrir toute leur surface et choquer le fluide.

» Malgré ce premier succès, l'inventeur fut ridiculisé, le gentilhomme mécanicien de la Franche-Comté ne fut plus appelé que *Jouffroy la Pompe*. Cependant, il ne se découragea point et il s'attacha à perfectionner ce qu'il avait inventé. Non content de perfectionner son appareil nageur, il imagina un nouveau mode de machine. Il fit construire à Lyon, en 1780, un grand bateau qui navigua en remontant la Saône.

» Ce bateau avait 140 pieds de longueur et 14 de largeur. Le bateau était chargé de 300 milliers; quand la machine agissait, les roues faisaient 24 ou 25 tours par minute; la vitesse absolue du bateau était de 9 pieds environ par seconde (un peu plus de deux lieues à l'heure).

» Ce succès fut réel : de Lyon à l'île Barbe, le courant de la Saône fut remonté plusieurs fois, en présence d'une multitude de témoins; les académiciens de Lyon assistèrent aux expériences et dressèrent procès-verbal de la réussite. Un Rapport de M. Aug. Cauchy, Rapporteur d'une Commission nommée par l'Académie des Sciences, en 1840, s'exprime ainsi (*voir* t. XI des *Comptes rendus*, décembre 1840) :

» L'Académie nous a chargés, MM. Poncelet, Gambey, Piobert et moi, de lui rendre compte d'un nouveau système de navigation à vapeur. Ce système, dont l'Académie s'est déjà occupée, est celui qu'a présenté M. le marquis Achille de Jouffroy, c'est-à-dire le fils même de l'*inventeur des pyroscaphes*. On sait, en effet, aujourd'hui que le marquis Claude de Jouffroy, après avoir, dès 1775, exposé ses idées sur l'application de la vapeur à la na-

vigation, a eu la gloire de faire naviguer, sur le Doubs, en 1776, et sur la Saône, en 1780, les premiers bateaux à vapeur qui aient réalisé cette application. Déjà le savant Rapport de MM. Arago, Dupin et Séguier a rappelé l'expérience solennelle faite à Lyon en 1783, expérience dans laquelle un bateau à vapeur construit par M. Claude de Jouffroy, chargé de 300 milliers et offrant les mêmes dimensions auxquelles on est maintenant revenu dans la construction des meilleurs pyroscaphes, a remonté la Saône avec une vitesse de plus de deux lieues à l'heure. Déjà l'on a signalé l'hommage rendu à l'expérience de Lyon par Fulton, qui a longtemps passé en France pour avoir découvert la navigation à la vapeur. »

» Claude de Jouffroy mourut en 1832, à l'hôtel des Invalides, où il demanda son admission après avoir fait liquider sa retraite de capitaine. Il ne laissa d'autre héritage à ses fils que l'exemple de ses travaux, continués par son fils aîné.

» Jouffroy dut éprouver quelque consolation, lorsque l'illustre et savant Arago proclamait, en 1826 et 1827, dans ses cours aux élèves de l'École Polytechnique et dans ses Notices scientifiques publiées par l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* de 1828, que Claude-Dorothée, marquis de Jouffroy d'Abbans, avait fait la première expérience de la navigation à vapeur; et lorsque Tredgold, dans son *Traité des machines à vapeur et de leur application à la navigation*, publié en 1827, répétait que l'idée de l'emploi de la vapeur pour faire marcher les bateaux fut mise en pratique pour la première fois par le marquis de Jouffroy, qui construisit en 1782 un bateau à vapeur naviguant pendant seize mois sur la Saône.

» Dans l'enfantement laborieux de la navigation à vapeur, deux faits demeurent constants : l'application couronnée d'un plein succès, faite par Jouffroy sur la Saône, à Lyon, en 1783, et le premier service régulier établi par Fulton, en Amérique, sur l'Hudson, en 1807. Quel est, de Jouffroy ou de Fulton, l'inventeur de ce mode de navigation?

» La priorité des découvertes scientifiques, constatée authentiquement, constitue un droit imprescriptible, indépendamment de l'exploitation industrielle, dont les auteurs des grandes inventions profitent rarement. La date des conquêtes de l'esprit humain s'inscrit, dans les annales du monde, avec le nom des véritables inventeurs méconnus pendant leur vie, mais dont la gloire grandit d'âge en âge.

» Jouffroy, créateur des éléments d'une science encore inconnue, n'avait à sa disposition ni atelier de construction, ni ouvriers mécaniciens. Employant la machine à simple effet, qui ne se prêtait pas au mouvement de rotation, il trouva dans son génie les combinaisons qui assurèrent le succès.

» Fulton profita de tout ce qui avait été fait ou proposé avant lui ; il se servit de la machine à double effet, alors perfectionnée et appropriée au mouvement rotatoire.

» Les expériences de Jouffroy sont antérieures, d'un quart de siècle, à l'application faite par Fulton.

» Si Fulton n'avait pas trouvé dans son association avec Liwingston une protection puissante pour l'obtention du privilège et les ressources suffisantes, il n'aurait même pas pu entreprendre un essai. Cela est si vrai que, peu de jours avant que son bateau fût lancé, comme les dépenses dépassaient de beaucoup les prévisions, Fulton et Liwingston ayant offert d'attribuer une part proportionnelle de leurs droits à ceux qui voudraient entrer dans les dépenses, personne ne répondit à leur appel. Le bateau de Fulton n'était désigné que sous le nom de *Folie-Fulton*. Après qu'il eut été lancé, lorsque Fulton monta sur le pont, il fut salué par les rires moqueurs et les huées de la foule ; mais bientôt les acclamations enthousiastes succédèrent aux outrages. Le nom de Fulton est inséparable de la navigation par la vapeur : cette part est assez glorieuse, sans lui en attribuer une autre.

» D'ailleurs Fulton, sans prétendre à la priorité de l'invention, proclamait lui-même les droits antérieurs de Jouffroy, dans une polémique engagée en 1802, au sujet des essais de M. Desblanc, de Trévoux.

« Je ne ferai pas concurrence en Europe, disait-il; ce n'est pas sur les ruisseaux de France, mais sur les grandes rivières de mon pays que j'exécuterai ma navigation... Est-ce de l'invention qu'il s'agit? ni M. Desblanc ni moi n'imaginions le pyroscaphe. Si cette gloire appartient à quelqu'un, elle est à l'auteur des expériences de Lyon, faites en 1783 sur la Saône. »

» Dans la suite, Fulton écrivait, le 4 pluviôse an XI (1803), aux citoyens Molard, Bandel et Mongolfier, de Lyon :

« Mon premier but en m'occupant de ce projet était de le mettre en pratique sur les longs fleuves, en Amérique, où il n'y a pas de chemin de halage, et où par conséquent les frais de navigation à l'aide de la vapeur seront mis en comparaison avec ceux du travail des hommes, et non des chevaux, comme en France où il existe partout des chemins de halage et des Compagnies de transport des marchandises à un taux si modéré, que je doute fort si jamais un bateau à vapeur, tout parfait qu'il puisse être, puisse rien gagner sur ceux avec chevaux. »

» Ainsi Fulton reconnaissait que la gloire de l'invention du pyroscaphe appartenait à l'auteur des expériences faites à Lyon, sur la Saône, en 1783.

» Depuis qu'Arago a proclamé, avec l'autorité de la science, que la priorité d'invention de la navigation par la vapeur appartient à la France et au marquis de Jouffroy, tous les écrivains français ont rendu à notre compatriote l'hommage mérité.

» Nous croyons devoir mettre sous les yeux de l'Académie le texte même de la Lettre que le Rapporteur de la Commission a reçue de M. le Maire de Besançon.

MAIRIE DE BESANÇON.

A M. Ferdinand de Lesseps, membre de l'Académie des Sciences. Paris.

« Besançon, le 11 août 1881.

» Monsieur le Rapporteur,

» Vous avez eu la généreuse pensée, avec l'honorable M. Faye, d'associer la ville de Besançon à l'initiative prise par l'Académie des Sciences pour l'érection d'une statue à Claude de Jouffroy, inventeur de la navigation à vapeur.

» Claude de Jouffroy étant originaire de Besançon, il ne pouvait y avoir d'hésitation de la part de sa ville natale, lorsqu'il s'agit d'honorer la mémoire d'un de ses enfants les mieux inspirés. Claude de Jouffroy appartient au monde entier, par la grandeur de son œuvre. Aussi le Conseil municipal a-t-il acclamé le projet d'un monument qui consacrerait à la fois cette merveilleuse découverte de la navigation à vapeur et le génie de son inventeur. Dans une délibération prise séance tenante et à l'unanimité de ses membres, le Conseil revendique pour Besançon l'honneur et le droit de posséder ce monument dans ses murs.

» Je suis chargé par le Conseil municipal de vous transmettre, monsieur le Rapporteur, et de vous prier de faire agréer par l'Académie, les vœux que forme notre Cité pour que Besançon soit de préférence la ville choisie afin de recevoir la statue de Claude de Jouffroy. Elle veut être aussi la première, lorsque l'Académie ouvrira la liste de la souscription publique destinée à réaliser son projet, à prendre part, par une allocation en argent, à cette grande manifestation nationale.

» Par ces diverses considérations, votre Commission émet le vœu que la mémoire de Claude de Jouffroy soit signalée à la reconnaissance nationale et que sa statue, conformément aux intentions de la municipalité de Besançon, soit élevée sur l'une des places de cette ville au moyen d'une souscription publique. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Bainville adresse une Lettre relative à sa précédente Note sur un procédé d'agglomération des poussières d'ambre, par compression.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **J. Poultier** adresse une Lettre relative à son précédent Mémoire sur un nouveau train de wagons avec serre-frein électromagnétique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Poulet** soumet au jugement de l'Académie un travail manuscrit portant pour titre : « Mémoire hygiénique et autres documents ».

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine, fondation Montyon.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Brochure publiée à Copenhague par M. *Ad. Hannover,* sous le titre : « Le cartilage primordial et son ossification dans le crâne humain avant la naissance » ;

2° La livraison d'octobre du *Bullettino* de M. le prince *Boncompagni*. Cette Livraison contient la suite de la publication de l'Ouvrage « Le Triparty en la science des nombres, par Maistre Nicolas Chuquet, Parisien », d'après le manuscrit fonds français n° 1346 de la Bibliothèque nationale de Paris.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Les alcamines*. Note de M. **A. Ladenburg**, présentée par M. Wurtz.

« L'étude de la tropine, que je poursuis toujours, m'a conduit à la supposition que cette base contient un groupe alcoolique OH et que ce groupe lui donne cette propriété exceptionnelle de former des alcaloïdes en la traitant par des acides en solution chlorhydrique. En effet, j'ai pu préparer par ce moyen les tropéines, parmi lesquelles se rangent l'atropine, l'homatropine, etc.

» Maintenant j'ai trouvé une méthode de préparer toute une classe de bases, possédant comme l'atropine la propriété de s'éthérifier en solution chlorhydrique, en donnant, comme la tropine, des éthers qui sont toujours des bases et se rapprochent par leurs propriétés et par leur composition des alcaloïdes naturels.

» Ces bases nouvelles remplissent donc une fonction double, celle d'un

alcool et d'une amine; c'est pourquoi je propose de les nommer *alcamines*, en donnant à leurs éthers basiques le nom d'*alcaméines*.

» Les alcamines prennent naissance par l'action des chlorhydrines sur les amines secondaires, réaction qui n'a pas encore été étudiée, tandis que M. Wurtz a fait connaître les produits de l'action de l'ammoniaque, des bases primaires et tertiaires sur la chlorhydrine.

» Les alcamines se forment avec une facilité extrême; ce sont des bases volatiles et nettement caractérisées.

» J'ai préparé jusqu'à présent la piperéthylalcamine, $C^7H^{15}NO$; la triéthylalcamine, $C^6H^{15}NO$; la diallyléthylalcamine, $C^8H^{15}NO$; la dipiperallylalcamine, $C^{10}H^{23}N^2O$, et la piperpropylalcamine, $C^8H^{17}NO$.

» Je ne donnerai ici qu'une description abrégée de leurs propriétés, en me réservant de faire leur histoire complète dans un Mémoire étendu.

» *La piperéthylalcamine*, qui prend naissance par l'action de la chlorhydrine éthylénique sur la pipéridine, est un liquide d'une faible odeur ammoniacale, soluble dans l'eau en toutes proportions et bouillant sans altération à 199°. Son analyse conduit à la formule $C^7H^{15}NO$, qui a été confirmée par celle de son sel d'or $C^7H^{15}NO, HCl, AuCl^3$, qui est en belles lamelles, assez solubles dans l'eau, fondant à 129°.

» Par l'action des acides en solution chlorhydrique, elle donne des alcaméines, dont je n'ai étudié que celle qui se forme sous l'influence de l'acide phénylacétique. Cette alcaméine est caractérisée par un sel d'or presque insoluble cristallisant en fines aiguilles et correspondant à la formule $C^{15}H^{21}NO^2, HCl, AuCl^3$, par un sel double de platine très soluble formant des paillettes, par un periodure cristallisant de l'alcool en aiguilles soyeuses correspondant à $C^{15}H^{21}NO^2 4I^3$ et par un iodhydrate assez peu soluble en petits prismes nettement définis.

» La *triéthylalcamine* distille à 161°; c'est un liquide limpide, soluble dans l'eau et donnant des sels très solubles. Sa formule est $C^6H^{15}NO$; elle se forme par l'action de la diéthylamine éthylénique. Elle donne avec l'acide cinnamique une alcaméine qui est caractérisée par un picrate cristallisant bien en aiguilles et très peu soluble.

» La *diallyléthylalcamine* C^8H^6NO, isomère de la tropine, est un liquide bouillant à 197°, peu soluble dans l'eau et donnant un picrate bien caractérisé. Elle se transforme facilement en alcaméine, dont je suis en train de faire l'étude.

» La *dipipérallylalcamine*, $C^{10}H^{23}N^2O$, prend naissance par l'action de la dichlorhydrine glycérique sur la pipéridine. C'est une base diatomique

bouillant avec une légère décomposition entre 280° et 290° et donnant un chloroplatinate d'une beauté remarquable, possédant la formule $C^{10}H^{23}N^2O, 2HCl, PtCl^4$.

» La *piperpropylalcamine* a été préparée à l'aide de la chlorhydrine propylénique. Elle possède la composition $C^8H^{17}NO$ et bout à 197°.

» Il est inutile d'ajouter que je poursuis ces recherches et que je me propose de faire l'étude soigneuse des alcamines et des alcaméines au point de vue chimique et physiologique. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la solubilité du carbonate de magnésie dans l'eau chargée d'acide carbonique.* Note de MM. **P. Engel** et **J. Ville**, présentée par M. Wurtz.

« Les données que l'on possède sur la solubilité du carbonate de magnésie dans l'eau chargée d'acide carbonique à diverses pressions sont incomplètes et peu concordantes.

» Ainsi, d'après Cossa, 1^{lit} d'eau chargée d'acide carbonique à 18° et à 750^{mm} de pression dissout $0^{gr},115$ de carbonate de magnésie naturel.

» Merckel a trouvé que 1^{lit} d'eau chargée d'acide carbonique dissolvait à 5° :

Pressions.	Carbonate de magnésie.
atm	gr
1	1,31
2	1,34
3	7,46
4	9,03
5	9,09
6	13,15

» Enfin Bineau a pu dissoudre, après plusieurs jours de contact à la pression atmosphérique, $23^{gr},73$ de carbonate de magnésie par litre d'eau chargée d'acide carbonique.

» Il est à peine nécessaire de faire remarquer que le chiffre donné par Bineau est vingt fois plus élevé que celui de Merckel et que les résultats de ce dernier se traduisent par une courbe aux allures les plus invraisemblables.

De 1^{atm} à 2^{atm}	Variation presque nulle dans la solubilité.
De 2^{atm} à 3^{atm}	Augmentation de solubilité dans le rapport de 1 à 5,5.
De 4^{atm} à 5^{atm}	Variation presque nulle.

» Nous avons repris l'étude de cette question et nous donnons ici les résultats auxquels nous sommes arrivés. L'un de nous publiera ultérieurement, dans un travail plus complet, la description des appareils qui nous ont servi à déterminer la solubilité du carbonate de magnésie à différentes pressions.

» Sous la pression de 763^{mm} et à la température de $19°,5$, 1^{lit} d'eau chargée d'acide carbonique dissout $25^{gr},79$ de carbonate de magnésie.

Tableau des données fournies par nos expériences.

Pressions.	Températures.	Quantités de carbonate de magnésie dissoutes par litre.
atm	o	gr
1,0	19,5	25,79
2,1	19,5	33,11
3,2	19,7	37,3
4,7	19,0	43,5
5,6	19,2	46,2
6,2	19,2	48,51
7,5	19,5	51,2
9,0	18,7	56,59

» Nous avons constaté que de légères variations de température, la pression restant constante, suffisent pour modifier d'une façon très sensible la solubilité du carbonate de magnésie.

» Nous avons déterminé la solubilité du carbonate de magnésie, en fonction de la température (de 13° à 100°), à la pression atmosphérique. Ces données sont indiquées dans le Tableau suivant.

Solubilité du carbonate de magnésie en fonction de la température, de 13° *à* 100°, *à la pression atmosphérique.*

Pressions.	Températures.	Quantité de carbonate dissous dans 1^{lit} d'eau chargé d'acide carbonique.
mm	o	gr
751	13,4	28,45
763	19,5	25,79
762	29,3	21,945
764	46,0	15,7
764	62,0	10,35
765	70,0	8,1
765	82,0	4,9
765	90,0	2,4
765	100,0 (1)	0,0

(1) Avec ébullition prolongée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les cobaltamines.* Note de M. **Porumbaru**, présentée par M. Debray.

« Les pyrophosphates acides de roséocobaltamines,

$$Ph^2O^{10}[Co^2O^3(AzH^3)^5]HO + 26HO\text{ [1]},$$

et les pyrophosphates neutres $Ph^3O^{15}2[Co^2O^3(AzH^3)^5] + 11HO$, soumis à une température de 175°, en tubes scellés, en présence de l'eau, perdent de l'ammoniaque et se transforment en un phosphate insoluble, pour lequel les rapports des équivalents du cobalt, de l'ammoniaque et de l'acide phosphorique sont 1 : 1 : 0,5.

» Ce phosphate, de couleur bleue, cristallise en plaques rectangulaires, présentant au microscope polarisant des extensions parallèlement aux arêtes. Il peut se représenter par la formule brute suivante : $PhO^5[Co^2O^3(AzH^3)^2]$.

» Voici les chiffres donnés à l'analyse et ceux que la théorie exige :

	Trouvé.		Calculé.
Co	31,68	31,75	31,38
AzH^3	17,50	17,80	18,08
PhO^5	37,42	37,20	37,78

» Ce sel, traité par HCl, ne régénère pas le chlorure, qui aurait pour formule $Co^2Cl^3(AzH^3)^2$, comme cela arrive pour les phosphates des radicaux hexa et pentamoniés, mais donne du chlorure de cobalt et du chlorure de lutéo. Ce composé ne serait donc qu'un phosphate double de cobalt et de lutéocobaltamine; pour expliquer les réactions auquel il donne naissance, on est conduit à tripler la formule et à l'écrire sous la forme

$$(Co^2O^3)^2[Co^2O^3(AzH^3)^6]3PhO^5.$$

» Si, au lieu de s'arrêter à la température de 175°, on continue à chauffer jusqu'à 225°, à la place d'un corps bleu on obtient des cristaux d'une belle couleur violette, rappelant celle du sesquioxyde de chrome. Ces cristaux éteignent la lumière polarisée, parallèlement aux arêtes. Séchés à 100°, ils ont donné à l'analyse les nombres suivants :

	Trouvé.		Calculé.
Co	31,15	31,20	31,05
PhO^5	36,89	36,80	37,15
AzH^3	8,20	8,45	8,94

[1] *Comptes rendus,* t. XCI, p. 933, séance du 6 décembre 1880.

» La formule qui représente l'ensemble des réactions auxquelles ils donnent naissance est

$$PhO^5(CoO)^2AzH^4O + 2HO;$$

c'est donc un phosphate de protoxyde de cobalt et d'ammoniaque.

» Pour que la transformation du sesquioxyde de cobalt en protoxyde ait pu s'opérer, une partie de l'hydrogène de l'ammoniaque a été brûlée par l'oxygène, et il y a eu production d'azote. C'est ce que l'expérience confirme. L'équation suivante rend compte de cette transformation :

$$\underbrace{3\{(PhO^5)^2[Co^2O^3(AzH^3)^5]HO\}}_{\text{Pyrophosphate de roséocobaltamine.}} = \underbrace{3[PhO^5(CoO)^2AzH^4O]}_{\text{Phosphate double de cobalt et AzH}^3\text{.}} + 3[PhO^5HO(AzH^4O)^2] + 5AzH^3 + Az$$

» Ce corps violet est soluble en HCl à froid et peut être précipité ensuite par l'ammoniaque; un excès de ce liquide le redissout. La solution ainsi obtenue absorbe l'oxygène de l'air et donne naissance à du chlorure et du phosphate d'oxycobaltiaque. On peut obtenir ce dernier composé en ajoutant de l'alcool à la dissolution. Il se précipite une poudre brune qui se décompose en présence de l'eau, avec dégagement d'oxygène. On le lave à l'alcool à plusieurs reprises. La quantité de gaz fournie par une quantité déterminée de ce sel a été dosée par l'appareil de M. Schützenberger. Le calcul montre que ce corps contient $2^{éq}$ d'oxygène pour $1^{éq}$ de cobalt.

» Les cristaux, séchés, donnent à l'analyse les nombres suivants :

	Trouvé.		Calculé.
Co	23,87	23,92	23,79
PhO^5	28,02	28,30	28,62
AzH^3	33,95	33,80	34,26

» Les rapports du cobalt, de l'oxygène, de l'ammoniaque et de l'acide phosphorique sont comme les nombres 1:2:5:0,5.

» La formule peut donc s'écrire

$$PhO^5[(CoO^2)^2(AzH^3)^5] \quad \text{ou} \quad PhO^5[Co^2O^4(AzH^3)^5].$$

» Le corps auquel il donne naissance par désoxygénation est un phosphate de roséocobaltamine, de couleur rouge brique, ayant pour formule

$$PhO^5[Co^2O^3(AzH^3)^5].$$

» Soumis à l'action de la chaleur en tubes fermés, ce corps perd de l'am-

moniaque et donne naissance à un phosphate double de cobalt et roséo-cobaltamine. Les cristaux bleus ainsi obtenus et séchés donnent à l'analyse :

	Trouvé.		Calculé.
Co	38,78	38,95	39,55
PhO^5	33,12	33,05	32,86
AzH^3	13,80	13,50	14,20

» Les rapports entre le cobalt, l'ammoniaque et l'acide phosphorique sont 2 : 1 : 0,75, qui conduisent à la formule

$$Ph^2O^{10}[(Co^2O^3)^2(AzH^3)^3].$$

» Comme l'acide chlorhydrique donne du chlorure de cobalt et du chlorure de roséo, il est naturel de multiplier cette formule par 5 si l'on veut qu'elle représente l'ensemble des réactions auxquelles elle donne lieu.

» Le pyrophosphate de lutéo donne lieu aux mêmes réactions dans les mêmes circonstances. Comme la formule que Braun assigne à ce corps est trop compliquée, $3[Co^2O^3 6AzH^3] + 5\,Pho^5 + 4OHO$ (¹), et ne laisse pas voir comment on a affaire à un pyrophosphate, j'ai repris l'analyse de ce corps et j'ai obtenu les nombres suivants :

	Trouvé.			Calculé.
Co	15,30	15,20	15,19	15,16
AzH^3	26,00	25,90	25,50	26,22
PhO^5	36,00	35,80	36,20	36,50

» Les rapports entre le cobalt, l'ammoniaque et l'acide phosphorique sont comme les nombres 1 : 6 : 1, et l'on peut construire la formule suivante, pour le pyrophosphate de lutéo chauffé à 100° :

$$Ph^2O^{10}[Co^2O^3(AzH^2)^6]HO + 6HO.$$

» Cette formule est analogue à celle que j'ai assignée au pyrophosphate de roséo, et c'est à un résultat trop faible en acide phosphorique que l'on doit attribuer la formule à laquelle Braun s'est arrêté.

» Pour le chlorure lutéocobaltique, je suis parvenu à le préparer par voie synthétique et en grande quantité, en chauffant à 130°, dans des tubes fermés, du roséo, du chlorhydrate d'ammoniaque et de l'ammoniaque.

» *Remarque.* — Dans les différents phosphates et pyrophosphates que

(¹) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXXV, p. 189.

j'ai étudiés, les groupes $Co^2O^3(AzH^3)^6$ et $Co^2O^3AzH^3)^5$ tiennent toujours lieu de $3^{éq}$ de HO. Cette propriété se retrouve aussi dans les azotates $Co^2O^3(AzH^3)^5(AzO^5)^3$, les sulfates $Co^2O^3(AzH^3)^5(SO^3)^3$ et autres sels étudiés par M. Fremy. Je crois qu'il est permis de considérer les quantités $Co^2(AzH^3)^5$ et $Co^2(AzH^3)^6$ comme des radicaux trivalents. Ces radicaux tiendraient toujours la place de $3^{éq}$ d'hydrogène dans les combinaisons qu'ils forment, et leurs oxydes seront $Co^2(AzH^3)^5O^3$, tandis que leurs chlorures auront pour formule $Co^2(AzH^3)^5Cl^3$.

» Je ne suis pas encore parvenu à remplacer dans ces radicaux un ou plusieurs équivalents d'hydrogène par des radicaux alcooliques ou acides (¹). »

EMBRYOLOGIE. — *De l'origine de l'œuf chez les Hydraires*. Note de M. **A. DE VARENNE**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On croyait, jusque dans ces derniers temps, que les œufs et les spermatozoïdes des Hydraires se développent dans l'intérieur des gonophores, des bourgeons médusoïdes et des méduses, et l'on considère, en effet, ces individus comme représentant la génération sexuée chez ces animaux. De nombreuses opinions ont même été émises, au sujet de l'origine endodermique ou ectodermique des éléments sexuels dans ces gonophores.

» Cependant M. Goette, dans un travail sur l'*Hydrella* paru en 1880, a montré que, dans cette espèce, les œufs arrivent à leur développement complet dans la tige, au lieu d'être entraînés dans un gonophore. La même année, M. Weismann a vu que, dans la *Plumularia echinulata*, les éléments sexuels se développent dans la tige et passent ensuite dans le gonophore; il a dernièrement montré le même fait, pour les œufs, dans le genre *Eudendrium*.

» En même temps que ces deux auteurs, et sans avoir connaissance de leurs travaux, je m'occupais de la même question, pendant l'été dernier, au laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff : voici les résultats auxquels m'ont conduit mes observations.

» Dans la *Campanularia flexuosa*, les œufs se rencontrent dans l'endoderme de la tige avant l'apparition de tout gonophore; ce sont de véritables cellules endodermiques différenciées, et l'on trouve tous les passages entre une cellule endodermique ordinaire et un œuf bien développé. Ils sont

---

(¹) Ce travail a été fait au Collège de France, dans le laboratoire de M. Schützenberger.

entraînés, avec l'endoderme et l'ectoderme qui les avoisinent, dans le gonophore qui se développe et qui n'est d'abord qu'un simple diverticulum de la paroi du corps du Polype hydraire.

» Dans une variété de la *Plumularia echinulata* que j'ai trouvée à Roscoff, j'ai observé les mêmes phénomènes : la tige est remplie d'œufs avant l'apparition des gonophores; puis, le périsarc est perforé en un certain point de la tige où doit se développer un gonophore; l'endoderme et l'ectoderme de la tige font, pour ainsi dire, hernie à travers cette fente et entraînent les œufs dans leur cheminement. Une nouvelle enveloppe chitineuse est sécrétée, et nous avons un jeune gonophore, dans lequel les œufs vont achever leur développement. Mes observations sur la *Sertularia pumila* m'ont conduit aux mêmes résultats.

» Ainsi, dans ces trois espèces, qui ont leur génération sexuée représentée par des gonophores qui restent toujours fixés au polype hydraire, j'étais amené à conclure, dès l'année dernière, que les œufs se développent, non pas dans le gonophore comme on le croyait, mais dans la tige ellemême du polype hydraire, que l'on considère comme la génération sexuée.

» J'ai voulu, cette année, profiter de mon séjour au laboratoire de Roscoff pour étendre mes observations aux espèces qui ont, non plus des gonophores fixés toute leur vie, mais des méduses libres.

» J'ai commencé par une espèce qui a des demi-méduses, c'est-à-dire un gonophore avec une ombrelle, des tentacules, des canaux bien développés, mais qui reste encore fixée constamment au polype hydraire sur lequel elle bourgeonne; c'est la *Gonothyræa Loveni*.

» Là, encore, les œufs proviennent des cellules endodermiques de la tige différenciée; ils sont entraînés avec les tissus voisins dans le blastostyle et le gonophore, à l'intérieur du gonange, et ils achèvent leur développement dans les demi-méduses que l'on rencontre au sommet et à l'extérieur des capsules femelles.

» Pour étudier ce qui se passe dans les espèces dont la génération sexuée est représentée par des méduses libres, j'ai choisi la *Podocoryne carnea*, qui vit en parasite sur la coquille des nasses, et l'*Obelia geniculata*. La première appartient au groupe des Tubulaires ; la seconde, à celui des Campanulaires.

» On trouve, dans la région du corps du polype hydraire sur laquelle doivent bourgeonner les méduses, des œufs en voie de développement. Ce sont des cellules de l'endoderme modifiées. Lorsque les méduses com-

mencent à bourgeonner, ce n'est d'abord qu'un simple diverticulum des deux couches qui forme la paroi du corps du polype; les œufs sont entraînés à l'intérieur de ce jeune bourgeon : ils sont alors bien plus petits que dans les espèces citées plus haut, mais ils se développent rapidement à partir de ce moment; bientôt le pédoncule de la méduse se rompt, elle se sépare du polype hydraire sur lequel elle a bourgeonné, nage alors librement et achève ses métamorphoses, en même temps que les œufs qu'elle renferme arrivent à maturité.

» Nous sommes donc amenés à conclure :

» 1° Que, dans les espèces citées plus haut, qui ont leur génération sexuée représentée par des gonophores toujours fixés au polype hydraire, ou par des demi-méduses ou des méduses libres, les œufs naissent dans l'intérieur du polype hydraire lui-même, et non dans ces gonophores ou dans ces méduses;

» 2° Que les œufs ne sont que des cellules de l'endoderme différenciées, et que l'on observe tous les passages entre une cellule endodermique ordinaire et un œuf bien développé;

» 3° Que les œufs sont entraînés dans un bourgeon, qui n'est d'abord qu'un diverticulum des parois du corps du polype; que ce bourgeon grandit et devient finalement un gonophore, destiné à être toujours fixé à une demi-méduse ou une méduse libre.

» 4° Si l'on admet comme démontrés les faits que je viens d'exposer, les gonophores, les demi-méduses et les méduses ne peuvent être considérés comme des individus sexués : il semble, par conséquent, que la génération alternante ne peut être admise pour ces espèces. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Du siège de la gustation chez les Insectes diptères. Constitution anatomique et valeur physiologique de l'épipharynx et de l'hypopharynx.* Note de MM. **J. Künckel** et **J. Gazagnaire**, présentée par M. Em. Blanchard.

« Nous donnons la constitution anatomique de l'*épipharynx* (labre des auteurs) et de l'*hypopharynx* des Diptères et démontrons leur valeur physiologique en fixant le siège de la gustation chez ces insectes.

» L'épipharynx et l'hypopharynx sont deux valves chitineuses médianes, l'une dorsale, l'autre ventrale ([1]), situées dans la concavité dorsale de la

([1]) Nous employons les mots *dorsal, ventral, antérieur* et *postérieur*, parce que nous plaçons le Diptère la tête en haut. Cette situation est celle que défend avec raison, au point de vue de la morphologie générale, M. de Lacaze-Duthiers.

lèvre inférieure en rapport avec l'extrémité antérieure du pharynx; ces valves sont plus ou moins développées, plus ou moins modifiées suivant les types. L'épipharynx embrasse l'hypopharynx dans sa concavité ventrale. Ces deux pièces limitent la bouche des Diptères, comme les deux mandibules l'entrée du tube digestif des Oiseaux; postérieurement, elles se continuent avec les parois dorsale et ventrale du pharynx. L'épipharynx et l'hypopharynx, qu'on peut se représenter comme deux gouttières, offrent chacun deux parois (dorsale et ventrale), deux bords, deux extrémités (antérieure et postérieure). Nous décrirons ces pièces chez la Volucelle.

» *Épipharynx*. — Les parois très chitinisées s'amincissent insensiblement sur les bords en perdant leur rigidité; la paroi dorsale, plus courte que la ventrale, laisse celle-ci à découvert dans son extrémité postérieure; elle est surmontée d'une crête médiane; ses bords sont membraneux et embrassent les bords de l'hypopharynx. *Au-dessus des bords, sur la face interne de la paroi ventrale, s'échelonnent régulièrement de petits poils transformés.* L'extrémité antérieure de l'épipharynx, merveilleusement adaptée aux mœurs de l'insecte, se résout en six lanières (une paire dorsale, deux paires latérales) armées de fines spinules; les lanières dorsales, cylindriques, plus volumineuses, très spinuleuses, agissent comme une brosse sur les étamines et assurent la récolte du pollen, principale nourriture des Syrphides. Une articulation située en arrière de la base des lanières dépendant de la paroi ventrale donne de la souplesse à l'extrémité de l'épipharynx, qui, de la sorte, peut fouiller, sans crainte d'être brisé, les profondeurs des corolles. *Sur la face interne des lanières ventrales sont groupés de petits poils transformés;* en avant de l'articulation il en existe de dix à douze.

» A l'extrémité postérieure, les deux parois épipharyngiennes sont très écartées : la paroi dorsale, moins longue, se continue avec le tégument qui le relie à l'épistome; la paroi ventrale, perdant de sa rigidité, devenant transparente, se continue avec la voûte du canal pharyngien; c'est à ce niveau qu'elle se réunit à la paroi dorsale de l'hypopharynx. Là est le point d'articulation de l'épipharynx et de l'hypopharynx sur le pharynx.

» L'intervalle entre les deux parois de l'épipharynx est comblé par une couche hypodermique, par des fibres musculaires, par des nerfs et leurs terminaisons, par des trachées et leurs ramifications. Deux muscles sont propres à l'épipharynx. Le premier, composé de deux faisceaux (droit et gauche), remplit la plus grande partie de l'intervalle compris entre ses deux parois; ses fibres s'insèrent sur la face dorsale de la paroi ventrale, depuis son tiers antérieur jusqu'à son extrémité postérieure; obliques, dirigées d'arrière en avant et de bas en haut, décrivant une concavité externe, elles

s'insèrent sur les faces internes de la paroi dorsale en augmentant graduellement de longueur d'avant en arrière. Les deux faisceaux laissent entre eux un espace triangulaire dorsal. Le *muscle constricteur* détermine le rapprochement des bords de l'épipharynx qui, de la sorte, embrassent plus étroitement l'hypopharynx. Le *releveur de l'épipharynx* est un gros muscle cylindrique qui a son point fixe d'insertion au niveau de l'articulation du pharynx avec l'épistome, son point mobile à l'extrémité postérieure de l'épipharynx; sa direction est oblique de haut en bas et d'arrière en avant; il relève l'épipharynx sur le pharynx.

» Les deux nerfs épipharyngiens viennent des ganglions susœsophagiens; ils abordent la paroi ventrale de l'épipharynx, à droite et à gauche, par son extrémité postérieure. Au-dessous des faisceaux musculaires, légèrement en dehors des trachées, ils suivent les bords jusque vers la moitié de l'épipharynx où ils se rapprochent de la ligne médiane; en arrière de l'articulation ils s'écartent et s'épanouissent en nombreuses fibres qui se mettent en rapport avec les poils transformés de l'extrémité épipharyngienne. Avant leur épanouissement les deux nerfs avaient fourni des fibres aux poils marginaux de l'épipharynx. Le névrilème des fibres nerveuses forme des renflements à la base de ces poils en bouton; le cylindre-axe aborde une cellule fusiforme avec noyau nucléolé dont l'extrémité opposée s'effile et se limite à la base de la saillie qui surmonte le bouton. Les renflements sont petits; contre le névrilème sont appliquées une ou deux cellules. Le poil transformé est un bouton chitineux que surmonte une saillie transparente de même nature, légèrement pointue. Sur les bords de l'épipharynx quelques saillies se prolongent et constituent alors de très petits poils, ténus, flexibles. Les trachées, au nombre de trois, tirent leur origine de l'ampoule épistomale : les deux latérales suivent le trajet des nerfs; la dorsale, beaucoup plus volumineuse, s'engage dans l'espace triangulaire entre les deux faisceaux du constricteur de l'épipharynx.

» *Hypopharynx.* — Triangulaire, cette valve est plus petite que l'épipharynx; sa paroi dorsale, très chitinisée, est la continuation de la voûte du pharynx. Sa paroi ventrale membraneuse, plus courte que la paroi dorsale, se réfléchit en avant sur la paroi dorsale de la lèvre inférieure; elle est couverte de petits poils; ses bords sont membraneux. Son extrémité antérieure triangulaire offre de très fines spinules. Postérieurement, l'intervalle entre les deux parois s'ouvre dans la lèvre inférieure en avant et au-dessous du pharynx. A ce niveau, pénètre le conduit salivaire complètement chitinisé; appliqué contre la face ventrale de la paroi, il se

fond insensiblement avec elle; un peu en avant de son tiers antérieur, il débouche par une fente longitudinale.

» *La salive se déverse dans ce tiers antérieur, au niveau même des terminaisons nerveuses groupées au-dessus à l'extrémité de l'épipharynx;* chargée des saveurs que lui abandonnent les corps qui s'y dissolvent, elle agit directement sur les boutons nerveux, déterminant une sensation gustative. Le premier besoin d'un Diptère, dont la trompe est en contact avec un corps, n'est-il pas de laisser perler une gouttelette de salive, pour se renseigner sur la nature des substances dont il veut faire sa nourriture?

» L'un de nous, en 1878, avait attribué un rôle gustatif aux poils, répartis sur la face interne des paraglosses [1]; cette opinion était basée sur leur différence morphologique et leur situation. (Pour la constitution histologique de ces terminaisons nerveuses, en rapport avec ces poils, voir *Comptes rendus*, 28 février 1881.) Le renflement très ovoïde se continue par un goulot qui s'abouche à la base du conduit chitineux, prolongement interne de la saillie du bouton; les boutons logés dans un repli épidermique, accolés contre les fausses trachées, émergent le long de leur fente interne. Coupés nettement à leur extrémité libre, ils offrent en leur milieu une petite saillie qui protège le bâtonnet nerveux de la cellule bipolaire. La ressemblance de ces organites avec ceux de l'épipharynx vient confirmer leur valeur physiologique.

» Nous avons constaté l'existence d'organes de même nature sur la paroi dorsale du pharynx.

» De ces considérations anatomiques, nous pouvons conclure que *la gustation chez les Diptères commence dans les paraglosses, au niveau des orifices des fausses trachées, se continue le long des fausses trachées, s'accentue à l'extrémité de l'épipharynx, où existe un véritable bouquet de terminaisons nerveuses, se prolonge sur ses bords et s'achève à l'entrée ou sur tout le parcours du pharynx.* Le contrôle des aliments et la perception des saveurs ne sauraient être mieux assurés. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le parasitisme de la tuberculose.* Note de M. **H. Toussaint**, présentée par M. Bouley.

« Les données actuellement acquises sur les maladies contagieuses ont assis sur des bases sérieuses la doctrine du parasitisme pour toutes les

(1) Jules Künckel, *Terminaisons nerveuses, tactiles et gustatives de la trompe des Diptères* (*Association pour l'avancement des Sciences*, 1878, p. 771).

affections de cette nature. On ne comprendrait plus, d'ailleurs, que des maladies qui se transmettent et se reproduisent toujours et indéfiniment sous la même forme, avec les mêmes symptômes, pussent être déterminées par des causes différentes. Le virus qui donne naissance à l'une de ces maladies et qui envahit toute l'économie doit avoir la faculté de reproduction, et les êtres vivants jouissent seuls de cette propriété.

» L'étude attentive des liquides de l'économie, surtout lorsqu'elle est accompagnée des procédés de recherche préconisés par M. Pasteur, a déjà démontré la nature parasitaire de plusieurs maladies contagieuses. Je viens apporter aujourd'hui une nouvelle preuve à l'appui de cette doctrine. Il s'agit de la maladie la plus meurtrière de toutes celles qui sévissent sur l'espèce humaine, de la tuberculose.

» Les premières recherches que j'ai faites sur ce sujet datent des premiers mois de l'année 1880. Après avoir recueilli, dans un ballon purifié, du sang d'une vache tuberculeuse, je transportai le sérum, qui s'était formé après la coagulation, dans des tubes Pasteur contenant des bouillons faits avec de la viande de chat, de porc et de lapin; du sérum pur fut aussi transvasé dans un tube et mis à l'étuve. Après quelques jours, la plupart de ces liquides présentèrent des granulations très petites, simples, géminées ou réunies en petits amas. Je fis des deuxièmes cultures et j'inoculai ensuite à de jeunes chats; ces animaux vivent très difficilement en captivité, et tous moururent d'épuisement avant le moment où il eût été possible de constater la tuberculose. Cinq mois après avoir recueilli le sérum, j'eus l'occasion d'inoculer à deux autres chats presque adultes le contenu d'une seringue Pravas du sérum qui était resté pendant quelques semaines à l'étuve, et qui présentait des granulations sphériques dont j'ai conservé le dessin. Les deux chats furent tués quarante-sept jours après l'inoculation; l'un d'eux montra une lésion locale assez prononcée et un ganglion préscapulaire volumineux; mais le poumon ne renfermait aucun tubercule. Le second présenta les mêmes lésions locales et ganglionnaires, et de plus une vingtaine de tubercules très petits, disséminés dans les deux lobes pulmonaires. L'examen microscopique montra que l'affection était bien la tuberculose. Je ne rappelle ce fait que pour montrer la durée que peut avoir la conservation du virus tuberculeux. Il est certain que cette expérience ne peut suffire à démontrer l'existence du microbe, le liquide provenant directement du sang.

» Au commencement de cette année, j'essayai quelques cultures avec le poumon et les ganglions pulmonaires d'une vache tuée à l'abattoir;

mais, malgré la température très basse du moment, l'animal ayant été tué depuis vingt-quatre heures, j'obtins dans tous les flacons, au nombre de treize, plusieurs microbes différents; cependant, il y en avait un qui se trouvait dans tous et qui ressemblait à celui qui avait été dessiné d'après le sérum et les cultures.

» Le 1er mars, je tuai une jeune truie qui avait mangé, quatre mois auparavant, en deux jours, un poumon de vache pesant 39kg, et qui provenait aussi de l'abattoir; elle avait une tuberculose très développée. Le poumon renfermait une quantité énorme de tubercules, tous les ganglions étaient caséeux, surtout ceux du pharynx, des bronches et de l'intestin.

» J'ai recueilli, avec toutes les précautions qui doivent être prises en pareil cas, du sang, de la pulpe des ganglions pharyngiens, pulmonaires et intestinaux, et j'ai ensemencé sept flacons contenant du bouillon de lapin légèrement alcalin. Dès le lendemain, les bouillons étaient troubles et contenaient tous un seul et même microbe; ces cultures, poussées jusqu'à la dixième, ont conservé toute leur pureté. L'activité de la multiplication dure de dix à quinze jours, puis, après ce temps, le liquide épuisé s'éclaircit, les microbes tombent au fond du vase et forment un dépôt de couleur légèrement jaunâtre.

» Ce dépôt est exclusivement composé de très petites granulations isolées, géminées, réunies par groupes de trois à dix ou en petits amas irréguliers. Dans les premiers jours de la culture, on voit des flocons blanchâtres assez consistants, qui ressemblent beaucoup aux filaments des cultures de bactéridie; lorsqu'on aspire avec un tube effilé, la plus grande partie du nuage monte dans le tube ou reste suspendue à son extrémité; elle persiste plusieurs jours dans le liquide clair sans se diluer : le microbe est donc entouré à ce moment par une atmosphère de matière gluante et assez consistante.

» Examinés au microscope, les points agglomérés montrent des amas extrêmement riches d'un microbe qui paraît alors immobile et répandu isolément sur toute la surface de la préparation. Dans les parties liquides, on observe, au contraire, dans les granulations isolées, géminées ou réunies en plus grand nombre, des mouvements browniens très prononcés. Plus tard, la couleur blanchâtre du liquide devient uniforme et enfin les microbes tombent au fond du liquide. Leur réfringence est beaucoup plus grande à la fin qu'au début de la culture, le diamètre a diminué : il est un peu inférieur à celui du microbe du choléra des poules et n'offre guère que $0^{mm},0001$ à $0^{mm},0002$ de diamètre.

» Les premières inoculations des cultures ont été faites à des lapins, dans le tissu conjonctif sous-cutané; toutes ont été infructueuses, à l'exception d'une seule qui avait été faite avec une troisième culture. Tué accidentellement par un chien, le trente-troisième jour, ce lapin montra dans le poumon quelques tubercules dont les caractères histologiques ont été constatés. Mais il n'en a pas été de même chez le chat, lorsque l'inoculation a eu lieu dans le péritoine. Ici encore les animaux sont morts d'épuisement après un mois de captivité, pendant lequel ils ont été constamment nourris avec des viandes très cuites. Le premier chat qui mourut avait des ganglions intestinaux énormes, en certains points même caséeux; mais, à ce moment, la tuberculose n'était pas encore généralisée. J'ai râclé avec un scalpel la coupe des ganglions et j'ai inoculé la pulpe et la sérosité à l'oreille de lapins jeunes. Tous les animaux ainsi traités, au nombre de huit, sont devenus tuberculeux. Après deux mois, l'infection était devenue générale, le poumon et la rate étaient remplis de tubercules gris.

» Les premiers lapins tués ont servi à l'inoculation d'une seconde série de lapins qui présentent en ce moment tous les symptômes de la tuberculose.

» Deux lapins de la première série seront conservés jusqu'à leur mort, afin de constater la nature des lésions finales. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Les étoiles filantes du mois d'août* 1881. Note de M. CHAPELAS.

» C'est en 1866, après la magnifique apparition d'étoiles filantes observée pendant la nuit du 12 au 13 novembre, apparition qui rappelait exactement les grands phénomènes de 1799 et 1833, que la période de trente-trois ans, indiquée jadis par Olbers pour le retour de ce maximum, fut définitivement admise par les astronomes.

» C'est également à cette époque que M. Schiaparelli, l'éminent Directeur de l'Observatoire de Milan, se fondant exclusivement sur notre longue série d'observations quotidiennes, les seules qui existent en Europe, faisait connaître au monde savant sa nouvelle théorie des météores filants, qui rattachait ces petits corps lumineux au phénomène des comètes, et venait détruire complètement l'hypothèse cosmique, c'est-à-dire l'idée des anneaux d'astéroïdes diversement inclinés sur l'écliptique, et traversés par la Terre à diverses époques de l'année, dans son mouvement de translation autour du Soleil.

» Les étoiles filantes de novembre n'étaient donc plus, comme on l'avait pensé jusqu'ici, des débris planétaires, mais bien des parcelles des débris d'une comète ayant la même période de trente-trois ans.

» Ce qui avait été dit et fait pour le maximum de novembre ne l'était pas pour le phénomène qui se produit pendant les nuits des 9, 10 et 11 août.

» L'observation la plus remarquable de ce phénomène fut faite par nous en 1848. Le nombre horaire moyen, ramené à minuit, s'élevait alors à 118,3 étoiles. Depuis cette époque, le phénomène allait toujours en s'affaiblissant jusque vers 1864, pour reprendre alors un mouvement ascendant bien accentué jusqu'en 1879. Le 10 août de cette année, nous constations, en effet, un nombre horaire moyen s'élevant à 123 étoiles filantes.

» Le tracé d'une courbe, représentant la marche annuelle du phénomène depuis 1835, nous mettait en présence de deux points extrêmes 1848-1879, qui nous indiquaient graphiquement déjà la période que l'on pouvait attribuer à ce maximum, période qui serait ainsi de 31 à 32 ans, disions-nous, dans un Mémoire que nous présentions à l'Académie en 1879, si des observations ultérieures venaient nous indiquer un abaissement de la courbe, c'est-à-dire une diminution du nombre horaire.

» Or l'observation faite en 1880 nous donnait déjà une diminution de 69,3 étoiles pour le nombre horaire moyen.

» Enfin l'observation faite cette année, quoique dans des circonstances fort difficiles, vu l'état de l'atmosphère et la présence de la Lune, nous donne pour nombre horaire moyen 32,2 étoiles; c'est donc, sur 1880, une nouvelle diminution de 21,5 étoiles.

» En continuant le tracé de la courbe, nous nous trouvons donc devant un abaissement bien affirmé, depuis 1879. La période que nous avons indiquée serait donc bien réelle et bien exactement constatée.

» Je dirai, en terminant, que l'observation de cette année n'a rien donné de remarquable. L'aspect du phénomène était des plus ordinaires. »

M. L. **Hugo** adresse une Note « Sur quelques figures à section droite polygonale ».

M. E. **Delaurier** adresse une Note intitulée : « Du sillage calorifique et lumineux des comètes dans l'espace ».

M. **Dapremont** adresse une Note « Sur l'emploi d'une nouvelle poudre à chlorate de potasse ».

M. **Maillard** adresse une Note relative à un instrument permettant d'effectuer sur le terrain, sans calcul, les opérations pratiques de Trigonométrie.

M. L. **Holtz** adresse une Lettre relative à ses recherches hydro-géologiques, pour découvrir les sources souterraines et en tirer parti.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 juillet 1881.

Œuvres de Lagrange, publiées par les soins de M. J.-A. Serret, sous les auspices de M. le Ministre de l'Instruction publique; t. IX. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-4°.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Annales de l'Institut national agronomique. Administration, enseignement et recherches; n° 4, 3ᵉ année, 1878-1879. Paris, J. Tremblay, 1881; grand in-8°.

Mémoires de l'Académie de Nîmes; VIIᵉ série, t. II, année 1879. Nîmes, impr. Clavel-Ballivet, 1880; in-8°.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Toulouse pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques; par J. Brunhes. Iʳᵉ Thèse : *Recherches expérimentales sur le passage des liquides à travers les substances perméables et les couches filtrantes.* IIᵉ Thèse : *Propositions de Chimie données par la Faculté.* Toulouse, impr. Douladoure, 1881; in-4°.

Essai de philosophie naturelle. Le ciel, la terre, l'homme. Troisième partie : *L'homme; par* A. d'Assier. Paris, Germer-Baillière, 1881; in-12. (Deux exemplaires.)

L'attraction. Neuilly, impr. L. Bouzin, 1881; br. in-8°.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées par le Prof. Dʳ. Th. Bredichin, vol. VII, 2ᵉ livr. Moscou, A. Lang, 1881; in-4°.

Archives du musée Teyler, série II, première Partie. Haarlem, les héritiers Loosjes; Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem et rédigées par E.-H. von Baumhauer; t. XVI, 1re et 2e livr. Harlem, les héritiers Loosjes, 1881; 2 liv. in-8°.

Résumé du Mémoire sur le Sepiadarium Kochii et l'Idiosepius pygmæus; *par* M. J. Steenstrup. Sans lieu ni date; opuscule in-4°.

Atti della R. Accademia dei Lincei, anno CCLXXVIII, 1880-81, serie terza: *Transunti,* vol. V, fasc. 14e, seduta del 19 giugno 1881. Roma, Salviucci, 1881; in-4°.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian institution, showing the operations, expenditures and condition of the Institution for the year 1879. Washington, 1880; in-8° relié.

Nederlandsch meteorologisch jarboek voor 1880. Twee en dertigste jaargang, eerste deel. Utrecht, Kemink et Zoon, 1881; in-4° oblong.

ERRATA.

(Séance du 27 juin 1881.)

Page 1501, ligne 4, *au lieu de* 100 fois, *lisez* 1000 fois.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 AOUT 1881.

PRÉSIDENCE DE M. JAMIN, VICE-PRÉSIDENT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes et de la comète b de* 1881, *faites à l'Observatoire de Paris pendant le deuxième trimestre de l'année* 1881. Communiquées par M. MOUCHEZ.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(24) THÉMIS.			
Avril 14....	10h.24m.53s	11h.57m.44s,63	— 0s,23	89°. 8'.51",4	— 6",0
		(35) LEUCOTHÉE.			
Avril 21....	10.18.28	12.18.55,31	— 8,14	97.45.35,2	—69,1
26....	9.55.58	12.16. 4,16	— 8,05	97.43. 1,5	—61,2
		(9) MÉTIS.			
Avril 26....	11. 8.45	13.29. 3,41	— 1,14	92.55.54,6	— 5,8
		(3) JUNON.			
Mai 13....	11.49.18	15.16.44,44	+ 2,90	91.43.50,9	+ 3,1
14....	11.44.34	15.15.56,06	+ 3,01	91.39.39,0	+ 3,7

Dates. 1881.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
			③ Junon.			
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Mai	16....	11.35. 6	15.14.19,53	+ 2,96	91.31.37,7	+ 4,7
	23....	11. 2. 8	15. 8.51,40	+ 2,98	91. 7.42,4	+ 5,3
	24....	10.57.26	15. 8. 6,14	+ 2,85	91. 4.51,3	+ 5,5
	25....	10.52.46	15. 7.21,64	+ 2,94	91. 2. 8,2	+ 5,1
Juin	3....	10.11.12	15. 1.10,65	+ 2,67	90.44.31,2	+ 7,7
	6....	9.57.36	14.59.21,87	+ 2,81	90.41.16,6	+ 3,2
			(108) Hécube.			
Mai	23....	10.54. 5	15. 0.47,35	»	113. 6.19,8	»
			(176) Idunna (1).			
Mai	24....	11.16. 0	15.26.42,98	− 9,29	91. 1.37,3	+69,8
			② Pallas.			
Mai	23....	12.25.52	16.32.49,33	− 0,75	64. 3.30,9	− 2,4
	24....	12.21. 5	16.31.58,08	− 0,54	63.59.26,4	− 3,0
Juin	2....	11.37.59	16.24.15,88	− 0,87	»	»
	3....	11.33.14	16.23.25,69	− 0,84	63.37.34,8	− 3,7
	4....	11.28.28	16.22.35,75	− 0,96	63.37.16,3	− 1,6
	22....	10. 4.42	16. 9.34,11	− 0,67	»	»
	23....	10. 0.11	16. 8.59,16	− 0,84	64.29.47,2	− 1,8
	24....	9.55.42	16. 8.25,44	− 0,77	64.35.20,7	− 1,3
	29....	9.33.31	16. 5.53,64	− 0,81	65. 6.36,9	− 1,5
			① Cérès.			
Juin	2....	12.20.42	17. 7. 5,96	+ 6,02	111.25.59,6	+32,8
	3....	12.15.49	17. 6. 8,36	+ 6,36	111.28.16,9	+34,0
	4....	12.10.55	17. 5. 9,97	+ 6,11	111.30.33,0	+34,8
	6....	12. 1. 7	17. 3.13,72	+ 6,44	111.35. 1,1	+34,2
	20....	10.52.56	16.50. 3,35	+ 6,06	112. 5. 3,9	+33,7
	22....	10.43.21	16.48.19,59	+ 5,88	112. 9.10,7	+32,2
	23....	10.38.35	16.47.29,39	+ 6,13	112.11.15,5	+31,7
	24....	10.33.50	16.46.39,89	+ 6,12	112.13.21,0	+35,7
	29....	10.10.19	16.42.48,55	+ 6,17	112.23.33,9	+34,0
	30....	10. 5.41	16.42. 5,62	+ 5,99	112.25.37,0	+34,1

(1) On n'a pu s'assurer si l'observation se rapportait bien à la planète.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		⑥ Hébé.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Juin 3....	12.48.19	17.38.43,32	+ 8,98	92.37.59,3	+34,8
4....	12.43.28	17.37.48,10	+ 8,88	92.37.51,3	+31,9
20....	11.24.59	17.22.11,29	+ 9,05	93. 4. 1,6	+33,2
22....	11.15.10	17.20.14,15	+ 9,14	93.11. 0,7	+34,3
23....	11.10.16	17.19.15,97	+ 8,94	93.14.48,1	+34,4
24....	11. 5.23	17.18.18,54	+ 9,01	93.18.48,1	+35,1
29....	10.41. 7	17.13.40,91	+ 8,96	93.41.38,6	+34,9
30....	10.36.18	17.12.47,75	+ 8,91	93.46.48,0	+36,5
		⑪ Parthénope.			
Juin 20....	12. 3.54	18. 1.12,88	+ 1,81	108.38.25,4	— 1,3
22....	11.54. 3	17.59.13,88	+ 1,47	108.42.30,2	— 2,0
23....	11.49. 9	17.58.14,66	+ 1,62	108.44.35,9	— 2,8
24....	11.44.14	17.57.15,47	+ 1,69	108.46.47,6	— 0,1
29....	11.19.43	17.52.23,71	+ 1,79	108.58. 7,0	+ 1,3
30....	11.14.51	17.51.26,84	+ 1,77	109. 0.29,2	+ 1,7
		⑳ Massalia.			
Juin 20....	11.56.11	17.53.28,21	+ 2,10	112.28.34,2	— 5,0
22....	11.46.14	17.51.23,32	+ 2,06	112.28. 2,3	— 4,0
23....	11.41.16	17.50.21,11	+ 1,98	112.27.44,2	— 4,4
24....	11.36.19	17.49.19,31	+ 2,02	112.27.25,9	— 4,0
29....	11.11.38	17.44.16,89	+ 2,10	112.25.41,1	— 4,2
30....	11. 6.43	17.43.18,29	+ 2,19	112.25.18,0	— 4,5
		⑮ Eunomia.			
Juin. 23....	11.54.55	18. 4. 2,30	+13,03	120.30.21,0	—26,1
24....	11.49.54	18. 2.57,14	+12,90	120.26.53,5	—27,3
29....	11.24.54	17.57.35,28	+12,92	120. 8.12,9	—25,1
		(173) Ino.			
Juin 23....	11.30.26	17.39.29,20	+ 0,54	93.55.29,2	+12,3
30....	10.56.54	17.33.27,22	+ 0,29	94.16.10,8	+14,5
		(216)			
Juin 23....	10.41.28	16.50.22,56	»	99.27.43,6	»
24....	10.36.46	16.49.36,38	»	99.25.29,8	»
29....	10.13.26	16.45.56,01	»	99.16.20,8	»
30....	10. 8.50	16.45.14,93	»	99.14.52,7	»

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(189) Phthia.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	
Juin 29....	10.38.32	17.11. 5,84	−42,77	»	»
30....	10.33.48	17.10.17,19	−42,75	»	»
		Comète b de 1881 (¹).			
Juin 24....	11.25.42	5.38.37,71	»	40.39.17,6	»
27....	11.28. 2	5.52.47,20	»	29.47.51,9	»
28....	11.29.58	5.58.40,42	»	26.51.24,9	»
30....	11.36. 2	6.12.37,39	»	21.51.45,6	»

» Les observations de Cérès, Pallas, Junon ont été comparées aux éphémérides du *Nautical Almanac;* celles de (173) Ino, (189) Phthia, aux éphémérides des circulaires n^{os} 157 et 159 du *Berliner Jahrbuch;* celles de Leucothée, à l'éphéméride du n° 2362 des *Astronomische Nachrichten.*

» Les autres comparaisons se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch.*

» Les observations ont été faites pendant les mois d'avril et mai par M. Renan, pendant le mois de juin par M. Callandreau. »

ASTRONOMIE. — *Remarques au sujet d'une Note de* M. Jamin *sur les comètes* [2]; par M. Faye.

« Je croyais avoir amplement répondu de vive voix, dans la dernière séance, aux arguments de M. Jamin, et j'espérais que notre savant confrère serait satisfait de mes raisons. Les *Comptes rendus* viennent de me détromper. Je résumerai donc ici ma réponse en dix lignes.

» Soient une comète C et une molécule a émise par le noyau dans la direction du Soleil S. Prenons cette molécule au moment où cesse son mouvement vers le Soleil, dans le sens CS, et où elle va rétrograder, à l'opposite. Si la force répulsive, que M. Jamin nie, n'existait pas, cette molécule ne serait soumise qu'aux attractions exercées sur elle par C et par S. Négligeons d'abord cette dernière, qui s'oppose évidemment au mouvement que va

(¹) Les observations des distances polaires de la comète ne sont pas corrigées de la parallaxe.

(²) Voir *Comptes rendus*, séance du 16 août.

prendre la molécule a. La chute de a vers C, due à l'attraction de la comète, lui communiquera une vitesse en vertu de laquelle cette molécule pourrait effectuer, derrière C, une excursion Ca' égale à Ca et revenir vers C d'un mouvement pendulaire. Mais si l'on tient compte de la puissante attraction du Soleil, Ca' sera bien plus petit que Ca.

» Ainsi les effluves cométaires, en retombant vers le noyau et en le dépassant, n'atteindront même pas, dans le sens opposé au Soleil, et dans le cas le plus favorable, un écart égal à celui de l'émission dirigée vers le Soleil. Si donc la force répulsive n'existait pas, les comètes n'auraient pas de queues.

» Je ne pense pas que l'existence de cette force soit en contradiction avec celle de l'éther. S'il en était ainsi pour telle ou telle conception de l'éther, il serait plus simple et plus naturel de modifier ladite conception, afin de la mettre d'accord avec les faits, que d'altérer les faits pour les accommoder à une vue plus ou moins hypothétique.

» Je ne vois pas non plus en quoi la constatation de cette force répulsive ôterait à la doctrine de l'attraction quelque chose de sa généralité et de sa simplicité. Elle prouve seulement que, si l'on borne l'étude de la Mécanique céleste aux astres doués d'une masse et d'une densité énormes, on s'impose une limite arbitraire et on laisse de côté des phénomènes considérables qui ne se manifestent bien que pour les matériaux de masses et de densités excessivement faibles, lesquels se rencontrent à foison dans notre système solaire. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'analyse spectrale appliquée aux comètes*; par M. **Faye.**

« La dernière comète a présenté, comme toutes les comètes antérieures, un double spectre, l'un continu, visible sur toute l'étendue de la tête et de la queue, l'autre à bandes colorées, perceptibles seulement dans la tête. Le premier, où M. Huggins vient de signaler les raies noires du spectre solaire (il les a même photographiées), répond évidemment à la lumière du Soleil que les matériaux cométaires réfléchissent vers nous. Le spectre discontinu et à raies brillantes de la tête indique, au contraire, dans les régions voisines du noyau, une lumière propre, une faible incandescence dont l'explication, que j'ai donnée il y a longtemps, se présente immédiatement à l'esprit, si l'on considère les mouvements opposés qui se produisent dans cette région. On sait, en effet, que les étoiles filantes, qui deviennent si vivement incandescentes lorsqu'elles pénètrent dans notre

atmosphère, ne sont autre chose que d'anciens débris de comètes décomposées et réduites en essaims par l'attraction du Soleil. Un phénomène analogue se produit dans chaque comète, non pas aux dépens de matériaux étrangers, mais par cette partie de sa propre matière qui a été émise vers le Soleil, et qui rebrousse ensuite chemin pour aller en arrière former la queue. Ces matériaux vont heurter les couches centrales de la nébulosité cométaire et y produisent exactement les mêmes effets, sauf l'intensité, que nos étoiles filantes. Ce sont d'innombrables étoiles filantes minuscules, à incandescence faible, parce que la vitesse dont elles sont animées est encore faible dans cette région. La seule difficulté consiste en ce que le spectre de la tête des comètes n'a présenté guère jusqu'ici que les raies du carbone, tandis que nous avons les plus solides raisons de croire que les comètes contiennent bien d'autres éléments. Mais cette difficulté est d'ordre purement physique. Elle serait levée si l'on parvenait à établir que, dans les corps très rares et faiblement incandescents, les raies du carbone apparaissent les premières, ou possèdent seules l'intensité nécessaire pour être nettement perçues. L'expérience ne serait peut-être pas bien difficile à instituer dans un laboratoire; il suffirait d'opérer sur des composés réduits à un certain état de rareté et de leur communiquer, par un courant électrique, une assez faible incandescence.

» Je dois ajouter pourtant qu'une Note récente de M. H. Draper annonce que cet habile observateur a réussi à photographier le second spectre et se termine ainsi :

« Il semblerait que ces épreuves confirment l'hypothèse d'après laquelle le carbone se trouverait dans la matière des comètes; mais il faudra encore instituer toute une série de comparaisons avant d'émettre des conclusions définitives, et déjà mes épreuves laissent croire qu'une partie de ce spectre est due à d'autres éléments [1]. »

ASTRONOMIE. — *Sur la nature de la force répulsive exercée par le Soleil;* par M. FAYE.

« Les astronomes sont parfaitement d'accord quand il s'agit de l'existence de cette force dont les effets gigantesques frappent tous les yeux; ils cessent de l'être quand il s'agit de sa nature ou de sa cause. Les uns, comme Olbers et plus récemment M. Zœllner, y voient l'effet d'un état électrique particulier au Soleil, et d'un état analogue qui se développe-

---

[1] *American Journal of Science*, vol. XXII, août 1881.

rait dans les comètes vers leur périhélie; d'autres ont invoqué d'autres causes non moins hypothétiques. Pour moi, j'en ai cherché une qu'il me fût possible de contrôler par l'expérience. J'ai tenté, il y a longtemps, de la rattacher à l'état d'incandescence du Soleil. Si cette hypothèse était fondée et que le Soleil vînt à s'éteindre, les comètes n'auraient plus de queues, ou mieux, la queue s'interromprait si la comète venait à traverser l'ombre d'une planète. Pour vérifier mon hypothèse, il fallait mettre, en présence de plaques incandescentes, des matériaux aussi rares que ceux qui constituent les nébulosités cométaires, car la force répulsive du Soleil ne produit d'effets sensibles que sur ces matériaux-là. Dès lors, l'expérience que je désirais instituer se butait à une difficulté singulière : rendre visibles ces matériaux dont la densité devait être tout au plus de l'ordre de celle du vide de nos machines pneumatiques. J'y suis parvenu au moyen de l'étincelle d'induction. Chose remarquable, l'expérience réussit parfaitement. M. Becquerel se rappellera qu'il a vu, dans les ateliers de M. Ruhmkorff, cette matière lumineuse repoussée par une plaque incandescente à distance très sensible. Elle a été répétée plusieurs fois, à Paris et en province, avec le même succès, bien qu'on en ait fait varier les conditions de diverses manières. Malheureusement, le fait se prêtait à une autre interprétation; on pouvait se demander, en effet, si la matière gazeuse très rare, rendue visible par l'électricité, ne devenait pas plus conductrice à proximité de la plaque incandescente, par suite de son échauffement, ainsi que M. Becquerel l'a montré pour les gaz ordinaires, en sorte que l'écartement constaté serait l'effet, non d'une répulsion, mais d'une sorte de décharge obscure. J'eus beau faire remarquer qu'en ce cas l'épaisseur de la matière lumineuse diminuerait, ce qui n'avait pas lieu; les physiciens ne regardèrent pas cette curieuse expérience comme décisive, parce qu'on ne sait pas encore au juste ce qu'est cette gaine de lueur bleue sur laquelle j'opérais. Je ne puis que m'incliner devant leurs scrupules et les prier de reprendre en main, de nouveau, cette tentative dans des conditions meilleures. La chose est difficile, je l'avoue, mais la difficulté n'était guère moindre quand on a voulu vérifier, autour de nous, l'existence de l'attraction entre des corps terrestres. Les phénomènes célestes sont bien autrement marqués; cela tient à l'échelle sur laquelle les plus faibles forces de la nature opèrent dans le ciel; elle est immense relativement à celle de nos expériences. C'est ainsi que la variation que l'action du Soleil ou de la Lune doit produire journellement dans le poids des corps voisins de nous a échappé jusqu'ici à toutes les

ressources expérimentales de nos laboratoires. Lorsque j'invitais les physiciens à aborder ces questions, je n'entendais pas leur demander de vérifier l'existence de la force répulsive qui est hors de doute, mais bien les diverses hypothèses que les astronomes ont présentées, depuis Newton, pour en expliquer la cause. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'état intérieur du globe terrestre.* Note de M. **Éd. Roche.**

« On admet communément que la Terre est entièrement fluide dans son intérieur, à l'exception d'une mince écorce, et la plupart des études mathématiques faites sur la figure et la constitution de la Terre supposent cette fluidité. Ainsi, en attribuant à ce fluide une certaine loi de compression, Laplace en a déduit une loi correspondante des densités, que Legendre avait déjà examinée avant lui, et qui permet de calculer l'aplatissement des différentes surfaces de niveau de la masse terrestre. J'ai moi-même proposé une autre loi de compressibilité, qui conduit à une formule très simple pour l'accroissement de la densité. Les conditions auxquelles doit satisfaire toute hypothèse, sur la répartition de la masse à l'intérieur de la Terre, sont de s'accorder avec la valeur de l'aplatissement superficiel et aussi avec une certaine constante dépendant du phénomène de la précession. Ces conditions sont très approximativement satisfaites dans l'hypothèse de la fluidité, si l'on admet que l'aplatissement terrestre est voisin de $\frac{1}{300}$; mais, si cet aplatissement est supérieur à $\frac{1}{295}$, comme il paraît résulter des plus récentes déterminations, l'accord n'existe plus.

» Il y a donc lieu de reprendre ces recherches dans une hypothèse différente, par exemple en considérant le globe comme formé d'un noyau ou bloc solide à peu près homogène, recouvert d'une couche plus légère, dont la densité, d'après des considérations géologiques, peut être estimée à 3 par rapport à l'eau. Cette constitution du globe étant supposée, je trouve qu'il est possible de concilier les valeurs actuellement admises de la précession et de l'aplatissement, si l'on tient compte de ce que le noyau intérieur du globe s'est solidifié et a pris sa forme définitive sous l'influence d'une rotation moins rapide que celle dont la Terre est actuellement animée.

» Dans tous les cas, la contraction due au refroidissement du globe doit amener une accélération progressive de sa vitesse angulaire. Mais, si ce globe est fluide, la figure des diverses couches s'adapte sans cesse à la rotation telle qu'elle est à chaque instant, de manière que, finalement, il ne reste plus de trace des variations successives que leur aplatissement a subies

depuis l'origine. Si, au contraire, à une certaine époque du refroidissement, les couches intérieures sont passées à l'état solide, ces couches ont pris et conservé un aplatissement très différent de celui que leur attribuerait l'équation générale de l'Hydrostatique, appliquée à une masse entièrement fluide possédant une rotation commune à toutes ses parties. Les formules calculées dans l'hypothèse du noyau solide renferment à la fois la constante q, rapport actuel de la force centrifuge à la pesanteur équatoriale, et la valeur q_0 du même rapport à l'époque de la solidification du bloc central. Ce dernier élément n'étant pas déterminé, on peut lui supposer une valeur telle que l'aplatissement superficiel s'accorde avec le coefficient de la précession. Il faut, pour cela, supposer q_0 moindre que q, d'où résulte que la rotation terrestre a subi une accélération depuis la consolidation du noyau intérieur.

» Les conditions physiques et astronomiques du problème permettent d'ailleurs de déterminer, avec assez de précision, les dimensions et le poids spécifique de ce bloc. Si l'on fait abstraction de l'écorce purement superficielle, ainsi que d'une légère condensation vers le centre, où ont dû se rassembler les matériaux les plus pesants, voici quelle serait la constitution du globe : un noyau dont la densité est voisine de 7, recouvert d'une couche de densité 3, dont l'épaisseur n'atteint pas $\frac{1}{6}$ du rayon entier.

» Le bloc terrestre est donc, pour le poids spécifique, analogue aux fers météoriques, tandis que la couche qui l'enveloppe est comparable aux aérolithes de nature pierreuse, où le fer n'entre qu'en faible proportion. »

ALGÈBRE. — *Sur les covariants irréductibles du quantic binaire du huitième ordre;* par M. SYLVESTER.

« Il existe, dans la Note sur ce sujet insérée dans les *Comptes rendus* du 25 juillet dernier, des erreurs de calcul qui rendent la conclusion que je voulais établir tout à fait illusoire; cependant j'ai réussi, par le travail plus pénible qui suit, à parvenir au même résultat.

» Je prends $(0, b, 2c, d, 0, 0, 0, 0, 1\between x, y)^8$ avec la condition $bd = 3c^2$ pour la forme spéciale de f. Alors les invariants du deuxième et du troisième degré, comme on va voir, deviendront nuls; les invariants des degrés 3, 4, 5, 6, 7, 8 ne seront pas nuls, et, en les combinant avec les deux covariants des *degrés-ordres* 7.4, 6.4, 5.4 et avec les seuls covariants des degrés-ordres 4.4, 3.4 dans toutes les manières possibles pour former 1 covariant du degré-ordre 10.4, on aura 9 covariants de ce type, de sorte

que, en y ajoutant le carré du covariant du degré-ordre 5.2, il y aura en tout 10 covariants composés du degré-ordre 10.4, dans lesquels les invariants des degrés 2 et 3 ne figurent pas.

» Je vais démontrer qu'aucun de ces 10 covariants ne peut paraître dans la fonction Ω (voir *Comptes rendus*, p. 194), et conséquemment cette fonction, si elle existe, contiendra dans chaque terme ou l'invariant du deuxième degré ou l'invariant du troisième, et conduira à une équation syzygétique du degré-ordre 5.4, comme je l'ai déjà remarqué, à moins qu'elle ne soit un multiple exact de l'un ou l'autre de ces 2 invariants, dans lequel cas il conduira à une telle équation du degré-ordre 8.4 ou 7.4.

» Mais, en tout cas, il y aura un rapport syzygétique d'un degré-ordre inférieur à 10.4 entre les covariants composés, ce qui, selon la loi de Cayley dont j'ai parlé, aurait pour effet d'augmenter le nombre de covariants irréductibles trouvés également par M. Von Gall et moi-même, et dont l'exactitude n'a pas été discutée. Donc tout se ramène à prouver que les 10 covariants composés du degré-ordre 10.4, qui correspondent à la forme spéciale que j'ai adoptée, sont linéairement indépendants l'un de l'autre, ce que je vais établir.

» On trouvera facilement, pour la forme spéciale supposée,

$$I_2 = 0, \quad I_3 = bd - 3c^2 = 0, \quad I_4 = cd^2, \quad I_5 = d^4,$$
$$I_6 = c^4, \quad I_7 = b^4 + 200c^3d^2, \quad I_8 = b^2c^3,$$

où I_j signifie un invariant du degré j, et en suivant la notation et les procédés de M. Von Gall, négligeant, en outre, des multiplicateurs numériques,

$$k = (-20d^2, 0, 0, b, 4c \between x, y)^4,$$
$$\Delta = (0, 90c^2d, 40cd^2, 0, 3b^2 \between x, y)^4,$$
$$f_4 = (b^2, bc, c^2, -c\delta, 5\delta^2 \between x, y)^4,$$
$$f_{k,2} = (-120c^2d^2, 3b^3 + 60cd^3, 6b^2c - 100d^4, 9bc^2, 60c^3 \between x, y)^4,$$
$$f_{k,3} = (b^3 - 20cd^3, b^2c + 50d^4, bc^2 \between x, y)^2,$$
$$f_\Delta = (40c^2d^2, b^3 + 80cd^3, 2b^2c, 3bc^2, 0 \between x, y)^4,$$
$$i_\Delta = (240cd^4, 21bc^3, -6x^4, -120c^3d, -120c^2d^2 \between x, y)^4,$$
$$i_4 = (33bc^3, 92c^2d, 72cd^2, 140d^3, 4b^2 \between x, y)^4,$$
$$i_{k,2} = (-360cd^4, 42bc^3 - 350d^5, 49c^4, 19c^3d, -138c^2d^2 \between x, y)^4.$$

» Désignons $b^6x^4 + 4b^5cx^3y + 6b^4c^2x^2y^2$, c^7x^4, c^2d^6, $4c^6dx^3y$, $4cd^7x^3y$, $6c^5d^2x^2y^2$; $6d^8x^2y^2$, $4d^8xy^3$, $4b^3c^3xy^3$; $b^2c^4y^4$, $c^3d^4y^4$ par les lettres α, β, γ, δ, ε, η, ζ, θ, $\varkappa$, λ, μ et, au lieu des valeurs actuelles des covariants composés du degré-ordre 10.4, prenons leurs valeurs par rapport au module 11; alors on trouvera que les valeurs peuvent être représentées par le Tableau suivant :

α.	η.	θ.	β.	λ.	γ.	δ.	ε.	ζ.	$\varkappa$.	μ.
3	6	3	5	3	1	1	3	2	10	.
1	.	8	7	1	.	6	.	2	9	10
.	10	.	.	.	1	4	5	10	5	5
.	.	1	7	4	.	.	.	.	.	.
.	.	.	6	4	.	4	.	6	8	.
.	.	.	.	3	.	2	.	7	.	.
.	.	.	.	.	2	.	.	.	3	4
.	.	.	.	.	7	5	3	7	9	.
.	.	.	.	.	9	8	.	8	1	9
.	.	.	.	.	3	5	2	5	8	5

où la première ligne des chiffres représente la fonction

$$3\alpha + 6\eta + 3\theta + \ldots + 10\varkappa,$$

la seconde,

$$\alpha + 8\theta + \ldots + 9\varkappa + 10\mu,$$

et ainsi pour toutes les autres.

» Il ne reste donc qu'à examiner si les déterminants mineurs du *matrix* écrit au-dessus de l'ordre 10 s'évanouissent tous par rapport au module 11; sinon les 10 fonctions seront nécessairement indépendantes par rapport au module 11 et à plus forte raison absolument aussi : or ce petit problème numérique se ramène facilement à la question de déterminer si les déterminants mineurs de l'ordre 5 du *matrix*

$$\begin{vmatrix} 5 & 2 & . & . & 5 & . \\ 2 & . & . & . & 3 & 4 \\ 7 & 5 & 3 & 7 & 9 & . \\ 9 & 8 & . & 8 & 1 & 9 \\ 3 & 5 & 2 & 5 & 8 & 5 \end{vmatrix}$$

s'évanouissent tous par rapport au module 4, ce qui ne peut avoir lieu si

le déterminant

$$\begin{vmatrix} 2 & . & . & . & . \\ . & . & . & 1 & 4 \\ 5 & 3 & 7 & 2 & . \\ 8 & . & 8 & 3 & 9 \\ 5 & 2 & 5 & 5 & 5 \end{vmatrix},$$

ou bien si le déterminant

$$\begin{vmatrix} . & . & 1 & 4 \\ 3 & 7 & 2 & . \\ . & 8 & 3 & 9 \\ 2 & 5 & 5 & 5 \end{vmatrix},$$

ou finalement si le déterminant

$$\begin{vmatrix} 3 & 7 & 8 \\ . & 8 & 3 \\ 2 & 5 & 4 \end{vmatrix},$$

c'est-à-dire si le nombre $51 - 86$ ou bien -35 ne contient pas 11. Donc les 10 fonctions dont je parle sont linéairement indépendantes entre elles. Mais il serait très périlleux d'admettre cette preuve sans confirmation de l'exactitude des chiffres qui résultent de l'immense calcul dont je n'ai qu'indiqué la marche. En effet, j'ai consacré de longues heures à la confirmation de chaque pas de ce calcul, et j'ai appelé à mon aide un calculateur habile; mais ce qui est le plus important, j'ai pu le vérifier de la manière suivante.

» J'ai calculé pour ma forme spéciale la valeur du covariant i_Δ''' donné par M. Von Gall et jusqu'à présent trouvé par lui irréductible; cette valeur est

$$\begin{pmatrix} -128520c^7 - 25600c^2d^6, & 37590c^6d^2, & -10920c^5d^2, \\ 63b^3c^3 - 25000c^4d^3, & 1638b^2c^4 + 9600c^3d^4 & \end{pmatrix}(x_1 y)^4.$$

» En combinant cette fonction avec les dix autres du même type, on obtiendra un déterminant de l'ordre 11 qui doit s'évanouir si mes chiffres sont exacts.

» J'ai calculé très consciencieusement la valeur de ce déterminant par rapport aux modules 11, 13, 17, et comme, dans les trois cas, j'ai trouvé

que la valeur de ce déterminant se divise par le module, je crois que l'exactitude de mes chiffres est parfaitement démontrée, et qu'on peut rester tout à fait convaincu que l'existence d'un covariant irréductible du degré-ordre 10-4 appartenant au quantic octavique est impossible. Les détails du calcul vont être fournis au prochain fascicule de l'*American Mathematical Journal*. »

BOTANIQUE. — *Sur une nouvelle espèce de Cissus* (Cissus Rocheana, *Planch.*) *originaire de l'intérieur de Sierra Leone et supportant les hivers de Marseille.* Note de M. **J.-C. Planchon.**

« Dans ma Note des *Comptes rendus* du 6 juin dernier, sur les vignes du Soudan, je signalais, en passant, une Ampélidée nouvelle qui, bien que native de l'Afrique tropicale, a supporté en plein air à Marseille un froid d'environ —12°C.

» Déjà les livraisons de mars et surtout d'avril 1881 du journal *la Vigne américaine* ont emprunté à l'introducteur de ce *Cissus*, M. Roche, industriel à Marseille, des renseignements d'ensemble sur lesquels j'avais pu me faire une idée approximative de ses caractères et de ses affinités. Il m'en restait pourtant à connaître les fleurs et les fruits, n'ayant vu de ces derniers organes que le contenu, c'est-à-dire la graine unique qui remplit la cavité pulpeuse de la baie.

» Aujourd'hui, grâce à la libéralité de M. Roche, je possède, en attendant le fruit mûr, assez de documents sur cette curieuse plante pour pouvoir en esquisser les particularités les plus saillantes.

» Le *Cissus* en question est une liane à sarments grêles, s'accrochant au moyen de vrilles qui ne sont pas terminées en ventouses comme celle de la Vigne-vierge, mais qui au contact d'un mur se dilatent en un crampon discoïdal à bord irrégulièrement frangé ou sinueux.

» Les sarments adultes, revêtus d'un périderme gris-roussâtre à grosses lenticelles, sont obscurement tétragones, mais sans trace de bords ailés ni d'étranglements aux points d'insertion des feuilles. Par là, l'espèce se distingue nettement du *Cissus quadrangularis* de Linné, espèce africaine et asiatique dont elle se rapproche par les feuilles et les fleurs [1].

» Le feuillage du *Cissus Rocheana* rappelle, par sa consistance charnue et

---

[1] Son affinité la plus étroite me semble être avec le *Cissus acida*, L., espèce américaine dont toutes les feuilles ont trois folioles.

un peu par son apparence générale, l'aspect du *Boussingaultia baselloides* ou mieux encore de quelques Bryones. En réalité, la forme de ces feuilles est très variable. Après deux cotylédons en forme de coin et légèrement sinués sur les bords, les premières feuilles des plants de semis ou les feuilles inférieures des jeunes pousses sont cordées-orbiculaires, avec des dents triangulaires aiguës. Plus haut les feuilles se découpent en trois lobes ou trois segments tantôt libres, tantôt inégalement confluents. L'hétérophyllie habituelle de la famille est donc très accusée chez cette espèce.

» L'inflorescence de notre *Cissus* n'est pas un thyrse ovoïde ou allongé comme celle des vignes proprement dites, mais une cyme corymbiforme à deux étages de pédoncules terminés par des cymules de fleurs fasciculées.

» Ces fleurs, insignifiantes d'aspect, petites, d'un blanc verdâtre, sont le plus souvent à quatre pétales. Par exception, on en voit à cinq pétales, comme on rencontre, du reste, des fleurs tétramères chez notre *Vitis vinifera*.

» Le pédicelle est renflé sous chaque fleur en une masse pleine obconique; le bord calycinal porte quatre denticules à peine marqués. Les pétales, triangulaires, à pointe un peu creusée en capuchon, se séparent normalement de haut en bas : mais il leur arrive, quand la corolle se dessèche partiellement avant son entière maturité, de se séparer à la fois par les pointes et par les bases, en restant unis entre eux par le milieu de leur longueur. Dans ce cas, la corolle entière est un peu en forme de bouteille courte et renflée. Ces variations dans le nombre des pièces florales et dans leur mode prouvent combien sont légères et superficielles les distinctions génériques établies sur ces caractères.

» Le disque hypogyne forme un anneau à quatre lobes entourant la base de l'ovaire sans y adhérer et sécrétant du nectar par toute sa surface interne, sans que cette sécrétion semble être limitée à des fossettes distinctes.

» L'ovaire court, ovoïde, prolongé en un style à stigmate ponctiforme, n'offre rien de spécial. Les deux loges renferment deux ovules ascendants.

» Les fruits, que je n'ai pas vus, sont, d'après M. Roche, très abondants. Ce sont des baies noires, petites, à un seul pépin, réunies de quinze à vingt ensemble en bouquets. Ils sont comestibles et, d'après le correspondant de M. Roche, servent aux nègres du pays à faire du vin, une liqueur et des confitures [1]. Sous ce rapport, le *Cissus Rocheana* rappelle le *Cissus quadrangu-*

---

(1) La plante entière exhale une odeur un peu vireuse : ses feuilles mâchées ont un goût acide, mais sans âcreté.

laris dont les raisins se mangent au Sénégal sous le nom de *raisins de Galam*.

» Le raphé de la graine, au lieu de s'arrêter, comme chez les *Vitis* véritables, sur le milieu du côté dorsal en s'étalant en une large expansion chalazique, se prolonge sur tout ce dos au point de faire le tour presque complet de la semence.

» Les six graines que j'ai semées au Jardin des Plantes de Montpellier m'ont toutes donné deux plantules, ce qui semble prouver que, chez cette espèce, on trouve habituellement deux embryons au lieu d'un.

» Autre caractère à noter : les racines de ce *Cissus* sont renflées en tubercules plus ou moins fusiformes ou ovoïdes, parfois formant chapelet sur la même radicelle, tubercules vraiment radicellaires, dépourvus de bourgeons à feuilles, mais produisant aisément de tout point blessé de leur surface des bourgeons adventifs qui multiplient sur place le pied mère. On pourrait comparer ces tubercules à ceux de l'*Apios tuberosa*, mais nullement aux tubérosités des *Vitis macropus, Bainesii, Lecardii,* qui sont évidemment de nature caulinaire.

» Un fait remarquable dans l'évolution du *Cissus Rocheana,* c'est que la portion de l'axe embryonnaire, appelé par quelques-uns *radicule,* par d'autres *axe hypocotylé* et par M. Darwin *hypocotyl,* prend dans la jeune plante le caractère et l'aspect d'un entre-nœud de tige, avec un périderme parsemé de lenticelles.

» Ceci dit sur les caractères botaniques du *Cissus* en question, exposons rapidement les points de son histoire qui peuvent intéresser le public.

» Et d'abord l'origine de l'espèce ne semble pas douteuse. M. Roche affirme de la manière la plus précise l'avoir reçue il y a six ans d'un de ses amis qui dirige à Sierra Leone (côte de Guinée) un comptoir commercial.

» Cet ami lui-même la tenait d'un membre d'une caravane venant d'une ville de huttes nommée *Falabah* (1), à quelques centaines de kilomètres

(1) Grâce à l'obligeance de M. Alfred Rabaud, président de la Société de Géographie de Marseille, j'ai pu consulter l'intéressante publication faite par cette Société du voyage aux sources du Niger par MM. J. Zweifel et M. Moustier (Marseille, chez Barlatier-Feissat, rue Venture, 19; 1880, in-8°, avec illustration et carte). Ces deux intrépides explorateurs, qui, sous les auspices de M. C.-A. Verminck, ont découvert les sources du Niger, donnent sur Falabah et la contrée environnante quelques indications utiles à l'éclaircissement du petit problème de biologie géographique qui se pose à l'occasion du *Cissus Rocheana*.

« Depuis Falabah jusqu'à Sambagadou, écrivent-ils (p. 161), nous avons rencontré souvent la vigne sauvage, mais le fruit en est aigrelet. » Cette vigne est-elle notre *Cissus?* La chose doit rester douteuse jusqu'à preuve positive. Ce qu'il y a de certain, d'après les

dans l'intérieur de la colonie. Cette localité, placée sur la carte de Hughes par 9°49′ latitude Nord et 10°30′ longitude Greenwich, est sur un plateau dont je ne sais pas l'altitude, mais qui n'est pas très éloigné du mont *Loma* (1) qui semble continuer vers l'Ouest la chaîne des monts Kong, dont la hauteur est très inférieure à l'altitude des monts Cameroons, les vraies Alpes de l'Afrique occidentale. Il y a toute raison de croire que le *Cissus Rocheana*, venant d'un plateau de quelques centaines de mètres, n'appartient pas à la flore des régions dont le caractère rappelle sous la zone torride les zones dites tempérées ou froides.

Son *endurance* (si le mot est permis) vis-à-vis des froids de Marseille est donc plutôt affaire de tempérament propre à la plante, qu'affaire de similitude dans le climat natal et le climat d'adoption. C'est la preuve de l'étendue de l'échelle de résistance au froid et au chaud que certaines plantes possèdent, déroutant par là les prévisions en apparence les plus logiques sur l'aptitude des espèces à supporter tel ou tel climat. Ne voit-on pas la vigne à vin elle-même supporter d'une part les froids de l'Alsace et d'autre part les chaleurs tropicales de Fayoum? Et le *Vitis riparia* de l'Amérique ne va-t-il pas jusqu'à soixante milles au nord de Québec, tandis qu'il descend dans les États subtropicaux des États unis du Sud?

La conclusion est que l'expérience seule peut éclairer ces problèmes de climatologie vivante, et qu'il y a toujours imprudence à vouloir les résoudre *à priori*.

Une question reste indécise quant à l'évolution du *Cissus Rocheana*. Chez nous, la plante végète en été et perd ses feuilles en hiver par l'effet du froid.

---

observations de ces voyageurs, c'est que, sur le plateau de quelques centaines de mètres d'altitude où se trouve Falabah, la saison est en retard de deux ou trois mois sur celle des plaines du Timné. Ainsi « l'on coupait le riz à Big-Boumba (à la base du plateau) pendant que, sur le plateau même, on commençait à peine à préparer les champs pour ensemencer. »

Les points culminants des montagnes de cette région ont entre 1085^{m} (mont Jenkina) et 1240^{m} (mont Daro) d'altitude, tandis que le volcan des monts Cameroons s'élève, d'après Burton, à 3995^{m}. Les forêts, dans cette dernière région, ne s'arrêtent qu'à l'altitude de 2274^{m}. On y rencontre même à 3248^{m} un millepertuis en arbre (*Hypericum angustifolium* ou plutôt *lanceolatum*, Lamk.) qui se retrouve du reste en Abyssinie et à l'île Bourbon (*voir* Grisebach et Tchihatchef, *Végétation du Globe*, II, p. 232). Il n'est donc pas étonnant que, à la faible hauteur de Falabah, les cultures aient encore un caractère tropical ou subtropical (coton, manioc, igname, tabac, etc). Cependant il n'y a déjà plus de palmiers.

(1) D'après MM. Zweifel et Moustier, ce prétendu mont Loma ne serait pas un pic isolé comme on le représente en général, mais bien une chaîne de montagnes allant à travers le Kovanko, de Boumba jusque dans le Kissà et le Kono (*Op. cit.*, p. 55 et carte).

En est-il ainsi dans son pays natal et le repos n'y viendrait-il pas comme un effet de la sécheresse? C'est aux voyageurs qu'il faut demander la solution de ce problème que je me contente de poser et qui se présente également pour les vignes Lécard.

Sur la supposée *acclimatation* de ces dernières plantes, rien ne peut être prédit avec une suffisante exactitude. Jusqu'à présent, j'ai tenu en serre chaude les jeunes plantules de *Vitis Chantinii, Hardyi, Faidherbii* et *Durandii* que j'ai réussi à faire germer. Plus tard on pourra essayer de les mettre en plein air pendant l'été, mais rien ne peut faire prévoir encore si leurs souches souterraines, destinées évidemment au repos pendant la période de sécheresse de leur pays natal, sauront s'adapter au repos hibernal des Ampélidées à feuilles caduques de notre zone tempérée. »

M. **Daubrée** présente à l'Académie un extrait de l'Ouvrage que prépare M. Nordenskiöld, sur son mémorable voyage dans l'océan Glacial de Sibérie, et consistant en *fac-simile* des dessins modernes des Tchouktchis, qui seront très utilement consultés, comme termes de comparaison avec les dessins paléolithiques, si intéressants pour l'histoire de l'homme.

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE. — *Sur les lois de la formation des queues cométaires.* Note de M. **Th. Schwedoff.**

« On attribue l'incandescence des étoiles filantes à la chaleur développée par le choc de ces astres contre les particules de notre atmosphère. On sait, en outre, que la hauteur des étoiles filantes atteint souvent plusieurs centaines de kilomètres, et l'on en déduit que la hauteur de notre atmosphère est beaucoup plns élevée qu'on ne ne le croyait.

» Cette conséquence est de toute logique, et comme la logique, quand elle est bonne, n'a pas de limites et s'étend au delà même des étoiles les plus éloignées, j'en conclus que, quelle que soit la distance d'une étoile filante, son incandescence est une preuve que ce corps traverse un milieu matériel.

» Or il a été prouvé que les comètes, certaines comètes au moins, ne sont autre chose que des étoiles filantes, et comme les comètes parcourent tous les parages du système solaire, tout en restant incandescentes, j'en

conclus que l'espace céleste n'est pas si vide qu'il le paraît, mais qu'il peut être parcouru, dans toutes les directions possibles, par un nombre infini de particules ou corpuscules pondérables.

» C'est cette hypothèse, bien souvent débattue par les savants, qui me sert de point de départ pour expliquer tous les phénomènes cométaires. Les résultats de mes recherches sur ce sujet se trouvent dans les *Théories mathématiques des formes cométaires*, dont j'ai l'honneur de présenter la première Partie à l'Académie.

» Je prouve d'abord qu'une particule pondérable, circulant autour du Soleil, ne peut jamais rencontrer un autre corps dont l'orbite soit aussi circulaire. Il en résulte que la figure circulaire de l'orbite est une garantie pour l'imperturbabilité de son existence, que les corpuscules du milieu interplanétaire doivent être d'autant plus nombreux que l'excentricité de leur orbite est moins considérable, et que les particules à orbite parabolique ont le plus de chance d'être heurtées, disloquées, échauffées et dispersées. De là, la conservation imperturbable des planètes, et l'existence précaire des comètes.

» Ensuite, je démontre que la quantité de chaleur développée par suite d'un choc entre les corpuscules du milieu interplanétaire est plus que suffisante pour les réduire en vapeur incandescente. Or la réduction subite d'un corps en vapeur s'appelle *explosion*, et, quand elle arrive dans un milieu matériel, elle a pour effet une perturbation de ce milieu, laquelle, se propageant à des distances de plus en plus considérables, engendre une onde. Si une onde pareille est excitée par un bolide se précipitant sur notre globe, nous la voyons et nous l'entendons; mais si elle part d'un noyau cométaire, nous ne l'entendons plus, nous l'observons comme une nébuleuse cométaire.

» La vitesse de propagation des chocs, dans un amas chaotique de particules traversé par un noyau cométaire, peut avoir les valeurs les plus variées. Mais, malgré ce chaos apparent des chocs, il existe une loi simple et bien définie, pour la vitesse de propagation des ondes visibles qui accompagnent le noyau. Cette vitesse de propagation des ondes est égale à la vitesse du noyau même aux moments de départ de ces ondes. C'est aussi la première loi de mouvement de nébuleuses cométaires. La seconde loi consiste en ce que le maximum d'intensité d'une onde cosmique se trouve sur la tangente menée à l'orbite du noyau, au point de départ de la même onde.

» Après avoir expliqué la raison de ces lois, je les prends pour base et

j'établis les équations en coordonnées polaires de l'axe principal de l'onde visible, c'est-à-dire de la courbe passant par les points dont l'intensité est maximum. Ces équations ont ceci de remarquable, qu'elles ne contiennent aucune constante inconnue, aucun paramètre arbitraire. Les seuls paramètres qui y entrent sont la distance périhélie du noyau et son anomalie vraie au moment de l'observation.

» J'applique ces équations à la figure de la queue de la comète de Donati, le 9 octobre 1858, 7^h temps moyen. Il se manifeste que l'axe observé de l'onde théorique se confond presque avec l'axe observé de la queue. L'écart entre ces deux courbes ne dépasse pas 40′ sur un parcours de 30°.

» J'analyse la figure générale de l'axe de l'onde, et je trouve que cet axe présente toutes les propriétés des queues cométaires. Cet axe est une courbe plane, contenue dans le plan de l'orbite du noyau.

» Dans le voisinage du noyau, cet axe est toujours opposé au Soleil; dans sa partie supérieure, il est recourbé vers le côté que le noyau vient de quitter, et dans sa partie moyenne l'axe suit le noyau avant le passage au périhélie et le précède après ce passage. Quant à l'intensité de l'onde cosmique, elle se trouve d'autant plus considérable que la distance périhélie est plus petite et que le noyau est plus voisin de son périhélie. Ce sont justement les propriétés des queues cométaires.

» J'applique la théorie à la solution de la question sur la valeur de la déviation initiale, c'est-à-dire de l'angle formé par la queue avec le rayon vecteur au voisinage du noyau. Cette question présente cet intérêt, que les observateurs les plus exercés n'arrivent, dans les mesures de cet angle, qu'à des résultats très discordants. Par exemple, pour la comète de Donati, on a trouvé, le 8 octobre, 4°40′ à Poulkowa et 7°19′ à Altona. Je montre que les valeurs différentes de cet angle, trouvées par les observateurs, dépendent uniquement des conditions arbitraires des observations, et je démontre que la vraie valeur de la déviation initiale est égale à zéro.

» J'aborde la théorie des contours d'une onde cosmique, j'en déduis les équations et j'applique ces équations au cas de la comète de Donati. Il en résulte un accord parfait entre la théorie et l'observation, accord dont on peut juger en examinant les Cartes astronomiques qui accompagnent mon Ouvrage.

» Après avoir exposé la théorie de la figure générale de la queue principale, je passe à l'analyse mathématique des détails présentés par certaines comètes.

» La comète de Donati, par exemple, offrait cette particularité, qu'à

partir d'une certaine distance du noyau, sa queue se dissipait en bandes lumineuses, parallèles, séparées par des intervalles plus sombres, phénomène qu'on appelle *stratification*. En outre, le côté convexe de cette queue était orné de dents, qui lui donnaient l'apparence d'une scie. La comète de 1744 ou de Chéseaux avait ceci de singulier, qu'au lieu d'une queue, elle en étalait six. La comète de 1577 était garnie de jets latéraux, presque perpendiculaires à son axe; en outre, elle laissait descendre un jet ou une queue dirigée vers le Soleil. J'analyse chacun de ces phénomènes, et je démontre, par le calcul, qu'ils sont les conséquences nécessaires de la théorie. Ces bandes de stratification, ces jets latéraux, ces queues dirigées vers le Soleil, ne sont autre chose que des ondes élémentaires, dont est constituée la queue d'une comète, et dont la position et la direction sont déterminées uniquement par la figure de l'orbite et la date de l'observation. Ce sont les seuls agents qui président à la formation des queues cométaires. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur un cas particulier de la théorie du mouvement d'un solide invariable dans un milieu résistant.* Mémoire de M. **H. Willotte.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Cornu, Bresse, C. Jordan.)

« L'action d'un milieu résistant sur un solide invariable qui y est plongé (action que l'on peut représenter par les expressions des quantités d'énergie perdues ou gagnées, pendant un temps déterminé, par les différents points du solide, sous l'influence de ce milieu) est certainement fonction de la valeur $\frac{1}{\delta}$ que présente, pour le milieu considéré, l'inverse de la moyenne δ des distances mutuelles des points matériels constitutifs du milieu, cette distance δ étant mesurée avant l'introduction du solide dans le milieu.

» Les expressions des quantités d'énergie perdues ou gagnées, dont il a été parlé ci-dessus, sont donc, en général, susceptibles d'être développées suivant des séries ordonnées suivant les puissances de la quantité $\frac{1}{\delta}$:

$$F + F_1 \times \frac{1}{\delta} + F_2 \times \frac{1}{\delta^2} + \cdots$$

Le but du présent Mémoire est de rechercher la valeur théorique du premier terme F de ces développements.

» Bien qu'il soit possible d'arriver aux expressions de F dans un assez grand nombre de cas, nous nous bornons, pour aujourd'hui, à examiner un cas particulier qui semble présenter un intérêt spécial, parce qu'il paraît se rattacher à la théorie de certains phénomènes naturels. Voici comment nous définissons ce cas particulier :

» Soient m la masse de l'un quelconque des points matériels constitutifs du milieu résistant; v la vitesse de ce point à un instant quelconque; M la masse du solide invariable en mouvement.

» Nous regardons :

» 1° Le rapport $\frac{m}{M}$ comme étant assez petit pour qu'on en puisse négliger les puissances supérieures à la première.

» 2° Le produit mv^2 comme étant, en général, du même ordre de grandeur que les quantités d'énergie totale de translation et de rotation contenues à unnstant quelconque dans le solide M.

» Dans cet ordre d'idées, en appelant, à un instant quelconque :

u la vitesse du centre de gravité du solide M;

ω, I la vitesse angulaire et le moment d'inertie du solide M par rapport à l'axe passant par son centre de gravité, qui est axe instantané de rotation dudit solide;

S la surface totale extérieure du solide (nous ne considérons, pour le moment, que des solides convexes);

M, f, f_1, f_2, f_3 des coefficients qu'il est possible de calculer par simples quadratures;

$K\varpi$, $K_1\varpi^2$, $K_2\varpi^3$ des constantes dépendant de la constitution initiale du milieu résistant,

on arrive aux expressions suivantes des F, c'est-à-dire des quantités d'énergie perdues ou gagnées, pendant le temps quelconque t, par le solide M (sous l'influence du milieu) :

$$\sum M(u_1^2 - u^2) = 2St\left(\frac{m}{4M}K_2\varpi^2 - u^2 fK - u\omega f_2 K\right)\varpi\ (^1),$$

$$\sum I(\omega_1^2 - \omega^2) = 2St\left(\frac{m}{4M}K_2\varpi^2 - \frac{\omega}{3}f_1 K_1\varpi - u\omega f_2 K - \omega^2 f_3 K\right)\varpi\ (^1).$$

(1) Il est bien évident que ces expressions ne sont exactes, en général, que si, pendant le temps t, les variations des vitesses u, ω demeurent infiniment petites. Cette condition peut être réalisée, même quand le temps t est une grandeur finie, lorsque, grâce à l'adjonction de forces extérieures convenables (forces qui peuvent d'ailleurs être nulles), le solide M se

» Les expressions qui viennent d'être données présentent une particularité remarquable : pour $u = 0$, $\omega = 0$, elles sont non pas *nulles*, mais *positives*. Un solide placé immobile et abandonné à lui-même dans un milieu satisfaisant aux conditions précitées se mettrait immédiatement en mouvement.

» L'action d'un milieu résistant sur un solide qui y est plongé n'est donc pas nécessairement une action *retardatrice*, elle peut, dans certains cas, être *accélératrice*.

» Les mêmes expressions des variations d'énergie permettent d'arriver aisément à la proposition suivante, que nous citerons parce qu'elle contribue à faire comprendre pourquoi nous avons dit plus haut que le cas particulier étudié dans le présent Mémoire paraît se rattacher à la théorie des phénomènes naturels :

» Lorsqu'on abandonne, dans un milieu (jouissant des propriétés limites ci-dessus définies), un nombre quelconque de sphères (ayant chacune son centre de gravité confondu avec son centre de figure) animées de vitesses de translation et de rotation quelconques, tout le système tend de lui-même vers un état d'équilibre dynamique stable, caractérisé par la suite d'égalités

$$M u^2 = M' u'^2 = M'' u''^2 = \ldots = \frac{3}{4} \frac{K_2}{K} m w^2;$$

M, M', M'', ... étant les masses des sphères; $M u^2$, $M' u'^2$, $M'' u''^2$, ... les valeurs moyennes d'énergie de translation de ces sphères (dans l'état d'équilibre dynamique).

» Les vitesses de rotation des sphères demeurent ce qu'elles étaient primitivement.

» L'identité existant entre les égalités que nous venons d'écrire et celles qui sont les conséquences algébriques de la loi physique, dite loi d'Avogadro et Ampère ([1]), donne lieu de penser que les expressions des variations

---

trouve en état de *moyen mouvement permanent*. Dans le cas où le solide serait en état de *mouvement varié quelconque*, la théorie ici exposée ne saurait être considérée, en général, que comme approximative, son degré d'approximation étant d'autant plus grand que w est lui-même plus grand.

([1]) Des formules bien connues

$$PV = \frac{N M u^2}{3}, \quad P' V' = \frac{N' M' u'^2}{3}, \quad P'' V'' = \frac{N'' M'' u''^2}{3}, \quad \ldots,$$

applicables à des masses quelconques NM, $N'M'$, $N''M''$, ..., de gaz parfaits pris à des pres-

d'énergie figurant dans le présent Mémoire doivent présenter tout au moins de l'analogie avec les expressions inconnues qui représentent l'action du fluide éther sur les atomes des corps de la nature. »

M. **Trève** adresse, par l'entremise de M. Edm. Becquerel, l'indication des résultats d'expériences destinées à étudier les effets produits par des dérivations établies sur les circuits téléphoniques.

M. Trève, commandant l'École des défenses sous-marines, a effectué ces expériences entre Boyardville et les îles ou les stations téléphoniques environnantes, avec le concours de l'aviso *le Phoque*. Les dérivations ont été établies, tantôt dans un circuit métallique complet, tantôt sur un fil communiquant à la terre par ses deux extrémités. Dans d'autres expériences, on a étudié les effets d'induction produits entre des fils placés à $0^m,50$ de distance. Enfin, diverses expériences ont été effectuées en prenant le point de dérivation à la terre elle-même, sur l'une des stations qui étaient en correspondance directe l'une avec l'autre ; en mettant à la terre la seconde extrémité du fil du téléphone placé dans la dérivation, on a pu percevoir nettement la conversation échangée.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Cornu.)

M. **Baron** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Les alvéoles des abeilles ».

(Commissaires : MM. Cornu, Van Tieghem, Jordan.)

M. **H. Arnaud** adresse, de Saint-Gilles-du-Gard, un Mémoire concernant le rôle du système nerveux dans les contractions du cœur.

(Renvoi au Concours des prix de Médecine et de Chirurgie.)

---

sions $P, P', P'', \ldots$ et sous des volumes $V, V', V'', \ldots$, on déduit en effet, si tous ces gaz sont en équilibre de pression (c'est-à-dire si $P = P' = P'' = \ldots$) et en équilibre de température (ou équilibre dynamique), auquel cas on doit avoir (loi d'Avogadro et Ampère)

$$\frac{N}{V} = \frac{N'}{V'} = \frac{N''}{V''} = \cdots,$$

on déduit, disons-nous, la suite d'égalités

$$M u^2 = M' u'^2 = M'' u''^2 = \ldots.$$

M. **A. Leroy** adresse un Mémoire intitulé « Propulseur marin; roue horizontale à aubes courbes; effet supérieur d'un tiers à celui de l'hélice ordinaire ».

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces de la Correspondance, un Ouvrage posthume de *A. Leymerie*, publié avec le concours de M. Louis Lartet, sur l'importance duquel M. Daubrée appelle l'attention.

« Cet Ouvrage, offert par l'éditeur, M. Ed. Privat, et portant pour titre : « Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la haute Garonne », est accompagné d'un bel Album de coupes et de fossiles et d'une Carte au $\frac{1}{200000}$; il comprend l'ensemble des Notes et des dessins laissés par A. Leymerie; les recherches dont il fait connaître les résultats ont été, de la part de notre regretté Correspondant, l'objet d'un travail de trente années. »

M^me **C. Claret**, petite-fille de Ch. Dallery, adresse à l'Académie une Lettre relative à la part qui doit être faite à *Ch. Dallery* dans l'invention de l'hélice appliquée à la navigation à vapeur.

Cette Lettre sera soumise à l'examen de la Section de Navigation.

ASTRONOMIE. — *Observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain, pendant le premier trimestre de* 1881. Note de M. **P. Tacchini.**

« En raison du mauvais temps, le nombre des jours d'observation a été seulement de 54, savoir : 12 dans le mois de janvier, 21 dans le mois de février, et 21 dans le mois de mars; mais les résultats obtenus démontrent clairement que, après le minimum secondaire observé à la fin de 1880, l'activité solaire a repris sa marche vers le maximum.

	1881.		
	Janvier.	Février.	Mars.
Fréquence relative des taches.............	18,22	14,48	25,14
Fréquence des jours sans taches............	0,00	0,00	0,00
Grandeur relative des taches..............	34,74	43,13	49,90
Grandeur relative des facules.............	106,25	54,05	77,14

» Pour les protubérances solaires, le nombre des jours d'observation a été encore plus limité; il a été de 15. En voici les résultats :

	1881. Janvier.	Février.	Mars.
Nombre moyen des protubérances par jour......	7,2	8,9	9,2
Hauteur moyenne des protubérances...........	48,6	42,6	46,2
Extension moyenne des protubérances.........	3°,20	2°,14	2°,56

» Il s'est donc produit une augmentation dans le phénomène des protubérances solaires, surtout en ce qui regarde le nombre moyen par jour. La hauteur des protubérances reste toujours modérée; la plus grande a été 90″, observée le 17 mars. Le plus grand nombre des protubérances correspond au mois de mars, comme pour les taches solaires. Quant à la distribution des protubérances, des facules et des taches solaires, nous avons obtenu pour le premier trimestre 1881 les résultats suivants :

Latitudes hélio-graphiques.	Nombre des protubérances.	Latitudes héliographiques.	Nombre des facules.	Latitudes héliographiques.	Nombre des groupes des taches.
90 + 70..	0	90 + 70..	0	90 + 70..	0
70 + 50..	33	70 + 50..	0	70 + 50..	0
50 + 30..	19	50 + 30..	14	50 + 30..	0
30 + 10..	43	30 + 10..	73	30 + 10..	17
10 . 0..	7	10 . 0..	6	10 . 0..	0
0 — 10..	4	0 — 10..	8	0 — 10..	6
10 — 30..	29	10 — 30..	59	10 — 30..	26
30 — 50..	44	30 — 50..	4	30 — 50..	0
50 — 70..	34	50 — 70..	0	50 — 70..	0
70 — 90..	0	70 — 90..	0	70 — 90..	0

» On a donc la même distribution que dans le dernier trimestre de 1880 (*voir* ma Note, *Comptes rendus*, n° 10, 7 mars 1881). La fréquence des protubérances est à peu près égale dans chaque hémisphère, et le phénomène manque entre ± 70 et ± 20. Les facules ont été toujours plus fréquentes dans l'hémisphère Nord; à partir de l'équateur, elles ne s'étendent pas au delà des parallèles + 50° et — 40°. Les groupes des taches solaires ont été un peu plus abondants dans l'hémisphère Sud, comme les protubérances, et l'on trouve les taches confinées entre 10° et 30° Nord, et 10° et 20° Sud. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des taches et des facules solaires, du mois d'avril au mois de juillet* 1881. Lettre de M. P. TACCHINI à M. le Président.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résumé des observations des taches et des facules solaires, faites pendant les mois d'avril, mai, juin et juillet 1881. Le nombre des jours d'observation s'élève à 102, savoir : 20 en avril, 26 en mai, 26 en juin et 30 en juillet. Voici les résultats :

	1880.			
	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.
Fréquence relative des taches	25,03	13,73	22,11	26,90
Fréquence des jours sans taches....	0,00	0,00	0,00	0,00
Grandeur relative des taches......	30,28	18,66	37,23	55,16
Grandeur relative des facules.....	140,75	77,73	65,00	83,00

» En comparant ces nombres avec ceux de ma Note précédente, on voit clairement qu'un *minimum* des taches solaires a eu lieu pendant le mois de mai, et un *maximum* exceptionnel dans le mois de juillet, tandis qu'aujourd'hui l'activité solaire est de nouveau à un *minimum*.

» Dans toute la série des observations faites pendant l'année courante, on trouve des périodes très bien marquées, où la fréquence des taches a été plus abondante. Les époques de ces périodes sont : 17-21 janvier, 9-20 mars, 2-9 avril, 16-25 avril, 5-9 mai, 23-31 mai, 12-18 juin, 25 juin-10 juillet, 24 juillet-4 août ; elles ont été séparées quelquefois par un intervalle d'une demi-rotation solaire, comme cela a eu lieu pour les deux dernières. Pendant le maximum de juillet, les autres phénomènes solaires ont eux-mêmes été plus fréquents et plus beaux, comme je le démontrerai dans une prochaine Note.

» J'ajouterai seulement, pour aujourd'hui, que, pendant le dernier maximum d'activité, 24 juillet-4 août, j'ai observé onze éruptions solaires métalliques, et la raie 1474K en plusieurs endroits du bord du Soleil. M. Ricco, astronome à Palerme, m'a envoyé une Note sur le maximum d'activité solaire observé à Palerme en juillet. Le 22, il a pu observer la raie coronale, 1474 K, dans le bord presque entier du Soleil, ce qui indique un état d'activité vraiment exceptionnel. »

([1]) Dans la Note insérée au *Compte rendu* du 1er août, page 261 de ce Volume, à la 9e ligne, *au lieu de* raies 7 et 8 du spectre solaire, *il faut lire* raies F et D du spectre solaire.

SPECTROSCOPIE. — *Études spectroscopiques sur les comètes b et c 1881.* Note de M. L. Thollon, présentée par M. Mouchez.

« L'étude comparative des deux comètes actuellement visibles offre un intérêt particulier. Tandis que l'une arrive à son périhélie, l'autre s'en éloigne et, pendant un mois, on a pu suivre en quelque sorte jour par jour les modifications qu'éprouvaient les deux astres à mesure qu'ils passaient en sens inverse par les mêmes phases. Voici le résultat des observations faites jusqu'à ce jour chaque fois que le temps a été favorable.

La comète *c* a donné comme la précédente un spectre de bandes correspondant exactement à celles du carbone. Ces bandes, au nombre de trois, très nettes et très brillantes, dégradées, comme toujours, du côté du violet, étaient séparées par des intervalles tout à fait obscurs et c'est dans la nuit dernière, 21 août seulement, que j'ai pu apercevoir de faibles traces d'un spectre continu. On se souvient que la comète *b* offrait un caractère tout différent. Dans cette dernière, le spectre continu dominait de telle sorte que, jusqu'à la fin de juin, il masquait presque entièrement le spectre de bandes. Pour bien faire ressortir cette différence, j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie deux dessins exécutés avec une scrupuleuse exactitude, représentant l'un le spectre de la comète *b* au 24 juin, l'autre celui de la comète *c* au 21 août. On voit que cette dernière est presque entièrement formée d'éléments gazeux.

» Dans ma précédente Note, j'ai signalé un fait que mes dernières observations ont confirmé et sur lequel il convient de revenir. L'éclat de la tête et de la queue des comètes varie rapidement et de la même manière avec la distance de ces astres au Soleil. A défaut de toute mesure photométrique, je dirai qu'il paraît varier à peu près en raison inverse du carré de cette distance. Si cette loi était rigoureusement démontrée, il faudrait probablement admettre que la lumière blanche des comètes, provenant du noyau aussi bien que de la queue, est presque en totalité de la lumière solaire réfléchie.

» Un autre point non moins important et qui ne saurait être contesté, c'est la lenteur avec laquelle varie l'éclat du spectre de bandes dans les mêmes circonstances. Cette particularité très remarquable ne saurait se concilier avec l'opinion généralement admise que les éléments d'une comète sont portés à l'incandescence par l'action calorifique du Soleil.

» En effet, le 27 juillet, la comète se trouvait à environ 0,82 du Soleil,

et bien avant son passage au périhélie. Est-il admissible qu'à ce moment et à cette distance (123 000 000^{km}) la chaleur solaire ait déjà pu porter à l'incandescence les carbures gazeux qui la composent presque exclusivement? S'il en était ainsi, il faudrait que ces gaz, si transparents pour la lumière, eussent pour la chaleur un pouvoir absorbant énorme, et aujourd'hui, moment du périhélie, leur température, beaucoup plus élevée, s'accuserait par un éclat beaucoup plus grand du spectre et par la présence de la bande violette. Or on n'observe rien de tout cela. Sauf l'intensité et surtout la largeur plus grandes de la partie des bandes qui correspond au noyau, le spectre de la comète est aujourd'hui tel qu'il a été vu le 27 juillet.

» Il faut conclure de là que la lumière émise par la comète ne saurait être le produit direct de la chaleur solaire. Elle doit donc provenir soit d'une chaleur propre aux comètes, soit d'une action mécanique, soit d'une action électrique. Il est probable même que ces trois causes réunies contribuent à la production du phénomène.

» L'idée qu'une comète puisse avoir, comme une nébuleuse, celle d'Orion par exemple, une chaleur et une lumière propres, n'a rien qui répugne. La matière qui la compose est évidemment soumise aux lois de la gravitation : elle est donc assujettie à l'action d'une force centrale. Si la chute vers le centre est possible, la comète possède en elle-même un magasin de force représentant un certain nombre de calories. La dépense de cette force qui se traduit en perte de chaleur n'implique pas nécessairement un abaissement de température, mais une diminution de volume. C'est ainsi que la Thermodynamique rend compte de la constance de la chaleur solaire.

» Dans cette hypothèse, une comète possède, même à l'aphélie, une température déjà élevée. Lors de son passage au périhélie, elle éprouve, ainsi que l'a établi M. Schiaparelli, une forte condensation, qui développe de la chaleur et produit ou accroît l'incandescence de la matière cométaire. En ce cas, le développement de chaleur est-il accompagné d'un développement d'électricité? Ce n'est ni impossible ni invraisemblable, voilà tout ce qu'on peut affirmer à ce sujet; et, si l'électricité était la cause réelle et unique des phénomènes observés, on serait malheureusement dans l'impossibilité d'en donner la démonstration, faute d'une théorie électrique. »

SPECTROSCOPIE. — *Recherches sur les raies telluriques du spectre solaire.* Note de M. N. ÉGOROFF, présentée par M. Mouchez.

« Malgré les nombreuses recherches qui ont été faites sur le spectre solaire, on n'est pas arrivé jusqu'à présent à distinguer toutes les raies telluriques des raies solaires et à bien reconnaître à quels éléments de l'atmosphère terrestre correspondent les lignes reconnues telluriques.

» Après Brewster, qui découvrit les lignes telluriques en 1835, Janssen fut le premier qui entreprit une étude détaillée sur les groupes atmosphériques, en particulier sur le groupe C — D.

» Il a complété son étude, en observant directement les bandes d'absorption du spectre d'une flamme. Dans une expérience unique, ce milieu absorbant était formé par la couche d'air à la surface du lac Léman, entre Nyon et Genève, et, dans une autre série d'expériences faites sur une grande échelle, c'était une couche de vapeur d'eau d'une épaisseur de 40^{m} à la tension de 8^{atm}.

» Des observations sur les raies telluriques ont été faites depuis par plusieurs physiciens dans des conditions météorologiques variables, mais personne, je crois, n'a entrepris de nouveau l'observation directe du spectre d'absorption de la vapeur d'eau à haute pression.

» Or ni M. Janssen, ni aucun autre observateur, n'a dirigé son attention sur les points suivants :

» 1° On n'a pas observé la partie rouge extrême ($A — a$) du spectre d'absorption de la vapeur d'eau ;

» 2° L'attention des observateurs n'a pas été portée sur l'ordre de l'apparition des bandes d'absorption de la vapeur d'eau, à mesure de l'accroissement de l'épaisseur de la couche absorbante et de sa densité : il est resté douteux si elles apparaissent toutes en même temps ou l'une après l'autre ;

» 3° Angström a observé pendant des journées très froides la disparition de toutes les bandes telluriques à l'exception de A, d'une partie de B, C_6 ou α et δ; par conséquent, il attribua ces groupes soit à l'absorption de l'acide carbonique, soit à celle de l'ozone, sans avoir démontré cette supposition.

» En étudiant la question depuis le printemps de 1879, j'ai remarqué que l'observation d'Angström admet aussi une explication toute différente : on peut supposer que la vapeur d'eau reste seule de tout le spectre d'absorption aux pressions minima.

» M. Janssen n'ayant pas du tout observé la région du spectre contenant le groupe A, il devient urgent d'entreprendre de nouvelles recherches pour trouver la solution du problème. Les difficultés pratiques de ces expériences, qui exigent de grands moyens, m'ont empêché jusqu'à présent de terminer mon travail.

» Cependant, en envoyant un rayon de lumière électrique très intense à travers une couche de vapeur d'eau de 18^{m} et en augmentant successivement sa tension jusqu'à 6^{atm}, j'ai observé un changement bien notable de l'aspect du spectre.

» A 6^{atm}-3^{atm}, tous les groupes d'absorption observés par M. Janssen depuis *a* étaient visibles; à la place de A on voyait de la lumière.

» A 4^{atm}, le groupe de lignes à côté du bord jaune de D s'affaiblissait sensiblement.

» A 3^{atm}-2^{atm},5, les groupes de C et de D, celles du bord orange de D, s'affaiblissaient à leur tour.

» A 2^{atm}, on aperçoit seulement *a* et B.

» A 1^{atm},5, le groupe *a*, bien tranché, restait seul et ne disparaissait pas, même à des tensions moindres que 1^{atm}.

» D'après cela, il me paraît que le groupe *a* est fondamental pour la vapeur d'eau, et que, pendant l'été, une couche d'air atmosphérique de 500^{m} serait déjà suffisante pour le produire.

» Ces résultats sont concordants avec les observations de M. Crocé-Spinelli (1) et du professeur d'Édimbourg, Piazzi Smyth (2).

» J'ai cherché aussi à observer directement, à l'aide de la lumière électrique, le spectre d'absorption de l'atmosphère, dépourvu autant que possible de la vapeur d'eau.

» Pendant les grands froids de l'hiver dernier, j'ai observé, à l'aide d'un grand spectroscope de Merz (un seul prisme), disposé à Oranienbaum, au bord du golfe de Finlande, le spectre d'une lumière électrique placée à Cronstadt à la distance de 8^{km}.

» La surface de la mer que le rayon rasait était couverte de glace.

» C'est au commencement de février qu'ont eu lieu les expériences décisives; j'ai observé dans le spectroscope très distinctement une partie de la bande B, les bandes voisines de D et en particulier une qui m'a paru être δ.

---

(1) Crocé-Spinelli, *Comptes rendus*, t. LXXVIII, p. 946-950, 1060-1064.

(2) Piazzi Smyth, *Edinburgh Astronomical Observations*, XIV.

» Le groupe *a*, la partie B, correspondant à la vapeur d'eau, α ou C_6 de Brewster, étaient absents.

» Ces résultats m'encouragent à entreprendre une étude détaillée du groupe *a*, à l'aide d'instruments d'un pouvoir dispersif plus considérable, pour déterminer celles de ses lignes qui sont fondamentales pour la vapeur d'eau. D'autre part, en continuant les observations du spectre d'absorption de l'atmosphère en hiver, j'espère pouvoir résoudre la question de la présence et de la variation de l'ozone et des composés oxyazotiques dans l'atmosphère, le spectre d'absorption de l'ozone étant bien connu, grâce aux recherches de MM. Hautefeuille et Chappuis. »

CHIMIE. — *Sur l'existence d'un nouvel élément métallique, l'actinium, dans le zinc du commerce.* Note de M. **T.-L. Phipson.**

« Il résulte, de certaines expériences que j'ai faites pendant ces derniers mois, qu'il doit exister dans le zinc du commerce un nouvel élément métallique, auquel je propose de donner le nom d'*actinium*, à cause du curieux phénomène actinique qui a été décrit dans deux Notes publiées par moi dans le *Chemical News* de Londres, pendant les mois de juin et d'août de cette année.

» Le blanc au sulfure de zinc, que l'on obtient en précipitant la solution du métal commercial avec du sulfure de barium, lavant, séchant et calcinant, présente quelquefois la curieuse propriété de changer de couleur sous l'influence des rayons solaires et de devenir, au bout de vingt à trente minutes, noir d'ardoise, pour redevenir blanc lorsqu'on le place dans l'obscurité, pourvu que l'air y ait accès. Ce phénomène n'a pas lieu dans les endroits où le blanc est recouvert par une plaque de verre; aussi, ne noircit-il pas par les rayons lumineux qui ont passé à travers les fenêtres de mon laboratoire.

» Pour le moment, je demande la permission d'appeler l'attention de l'Académie seulement sur les faits suivants :

» 1° Le phénomène en question paraît dû à la présence d'un nouvel élément métallique, l'*actinium*.

» 2° Le sulfure de ce métal est blanc, mais brunit et enfin noircit sous l'influence réductrice des rayons solaires; une simple plaque de verre empêche ce noircissement; à l'obscurité, la couleur blanche revient par oxydation.

» 3° Le nouveau métal diffère de l'*indium* et du *gallium*, en ce qu'il n'est pas précipité par le zinc métallique. »

CHIMIE. — *Note relative à une nouvelle série de phosphates et d'arséniates;* par MM. E. **Filhol** et **Senderens**.

« Dans le travail qu'ils ont publié relativement à la détermination des quantités de chaleur dégagées par l'addition à $1^{éq}$ d'acide phosphorique de quantités successivement croissantes de soude, MM. Berthelot et Louguinine ont observé que, pour obtenir des solutions neutres aux réactifs colorés, il faut employer sensiblement $1^{éq},5$ de soude pour $1^{éq}$ d'acide phosphorique. Ces savants ne paraissent pas avoir recherché si la solution neutre au tournesol donnerait un phosphate défini et cristallisable. Nous avons essayé d'obtenir ce sel, et nous y avons réussi.

» Le phosphate sesquisodique, $(PhO^5)^2 3NaO, 3HO + Aq$, cristallise au sein d'une liqueur visqueuse comme du miel; sa solubilité est, par conséquent, très considérable; il est même un peu déliquescent. On pourrait le considérer comme formé par la combinaison d'une molécule de phosphate monosodique avec une molécule de phosphate disodique. Nous donnerons plus tard une étude plus détaillée de ce sel et des phosphates analogues fournis par d'autres métaux.

» Nous avons aussi obtenu un arséniate sesquisodique parfaitement neutre au tournesol, cristallisable comme le phosphate précédent au sein d'une liqueur visqueuse, et, comme lui, un peu déliquescent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Fixation de l'acide hypochloreux sur les composés propargyliques.* Note de M. L. **Henry**, transmise par M. Wurtz.

« On n'a pas étudié jusqu'ici l'action de l'acide hypochloreux sur les composés tétravalents à soudure triple $-C \equiv C-$. J'ai entrepris cette étude. Une des raisons qui m'y ont engagé était l'espoir d'arriver, par cette voie, à obtenir un véritable alcool non saturé, renfermant le système $>C \equiv CH(OH)-C<$ ou $>C=CH(OH)$; on se rappelle les essais infructueux que j'ai tentés en vue d'arriver à produire l'*alcool isocrotylique*

$$\begin{matrix} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{matrix} C=CH(OH)$$

à l'aide de son dérivé éthylique.

» Les composés *acétyléniques* $-C\equiv C-$ ne se saturent, en effet, soit par les hydracides hydrogénés, soit par les corps halogènes, qu'en deux temps ou deux phases successives, donnant d'abord un composé non saturé bivalent $>C=C<$, et enfin un composé saturé $\rightarrow C-C\leftarrow$:

$$\begin{matrix} CH \\ \parallel\!| \\ CH \end{matrix} + \begin{matrix} X \\ X' \end{matrix} = \begin{matrix} CHX \\ \parallel \\ CHX' \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} CHX \\ \parallel \\ CHX' \end{matrix} + \begin{matrix} X \\ X' \end{matrix} = \begin{matrix} CHX_2 \\ | \\ CHX'_2 \end{matrix}$$

» J'espérais qu'il en serait de même avec l'acide hypochloreux; l'addition d'une molécule unique de cet acide (OH)Cl au système $-C\equiv C-$ transformerait celui-ci dans le système nouveau à double soudure

$$-(HO)C=CCl-,$$

donnant par là un alcool non saturé monochloré.

» J'ai commencé cette étude par les composés propargyliques qui sont aisés à manier et, relativement à d'autres, faciles à obtenir.

» J'ai mis en réaction les éthers *méthyl* et *éthyl-propargylique*

$$C^3H^3(OCH^3) \text{ et } C^3H^3(OC^2H^5).$$

On verra de suite que mes prévisions ne se sont pas réalisées.

» Je ne m'arrêterai pas à décrire le mode opératoire; c'est le même que j'ai toujours suivi pour les réactions de ce genre, et qui est bien connu.

» Constatons que les composés propargyliques se combinent énergiquement avec l'acide hypochloreux, quelque étendue qu'en soit la solution; ils fournissent une huile lourde qui tombe au fond de l'eau et qu'épaississent encore des composés mercuriels insolubles qu'il faut détruire par l'hydrogène sulfuré.

» Ces produits d'addition, après purification, constituent des liquides assez épais, plus denses que l'eau, où ils ne sont que faiblement solubles; d'abord incolores, ils brunissent et deviennent enfin complètement noirs, comme la plupart des composés aldéhydiques mixtes, tels que, notamment, $CH^3-CH\langle^{Cl}_{C^2H^3O^2}$; on ne peut pas les distiller, sous la pression ordinaire, sans les décomposer, circonstance qui rend leur purification difficile.

» Le dosage du chlore qui a été fait a fourni des chiffres concordant avec les formules $C^3H^3(OCH^3)$ et $C^3H^3(OC^2H^5) + 2[(HO)Cl]$. Deux mo-

lécules d'acide hypochloreux s'ajoutent donc, intégralement et en une seule fois, à une seule molécule de composé propargylique.

» Quelle est la nature de ces produits d'addition?

$$\begin{array}{c} CH^2(OCH^3) \\ | \\ C^2H\left\langle\begin{array}{l}(OH)^2\\Cl^2\end{array}\right. \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{c} CH^2(OC^2H^5) \\ | \\ C^2H\left\langle\begin{array}{l}(OH)^2\\Cl^2\end{array}\right. \end{array}$$

» Quelle est notamment la structure du fragment $\overset{|}{C^2}H\left\langle\begin{array}{l}(OH)^2\\Cl^2\end{array}\right.$, produit de cette addition?

» L'incompatibilité des radicaux (OH) et Cl vis-à-vis du carbone a d'abord pour conséquence que les deux hydroxyles (OH) et les 2 atomes de chlore sont respectivement fixés sur le même atome de carbone; quant au système $\overset{|}{\underset{|}{C}}\left\langle\begin{array}{l}OH\\OH\end{array}\right.$, il tire sa stabilité, dans le cas présent, du voisinage du système bichloré $>CCl^2$.

» Il reste à déterminer la localisation des radicaux additionnels (OH) et Cl dans le système $-C\equiv CH$ des composés propargyliques. L'analogie nous autorise à admettre que l'hydroxyle s'est fixé sur le chaînon $\equiv CH$; je crois donc pouvoir assigner provisoirement à ces dérivés d'addition les formules

$$\begin{array}{c} CH^2(OCH^3) \\ | \\ CCl^2 \\ | \\ CH\left\langle\begin{array}{l}OH\\OH\end{array}\right. \end{array} \qquad \begin{array}{c} CH^2(OC^2H^5) \\ | \\ CCl^2 \\ | \\ CH\left\langle\begin{array}{l}OH\\OH\end{array}\right. \end{array}$$

formules qui les rattachent à l'aldéhyde propionique.

» Peut-être me sera-t-il possible de les transformer, par simple oxygénation, en acide. Je n'ai pas pu jusqu'ici réaliser cette transformation; on conçoit d'ailleurs combien des produits aussi complexes doivent être altérables.

» Je ferai remarquer, en terminant, que l'action de l'anhydride hypochloreux Cl^2O, sur les composés à triple soudure $-C\equiv C$, n'a pas jusqu'ici été examinée; l'anhydride hypochloreux est cependant doué d'un pouvoir additionnel énergique, en rapport d'ailleurs avec sa nature de composé fortement endothermique; aussi, ne peut-il y avoir aucun doute à concevoir sur la possibilité de le fixer sur les composés acétyléniques en général; sa molécule représentant 4 unités d'action chimique, son addition

doit déterminer des composés de nature *aldéhydique* et *acétonique* tout à la fois, soit véritablement *aldéhyde* $-CHO$, soit véritablement *acétone* $\overset{|}{\underset{|}{C}}O$:

$$\begin{matrix} CH^2X \\ | \\ C \\ ||| \\ CH \end{matrix} + Cl^2O = \begin{matrix} CH^2X \\ | \\ CCl^2 \\ | \\ CHO \end{matrix} \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} CH^2X \\ | \\ CHO \\ | \\ CHCl^2. \end{matrix}$$

» En ce qui concerne l'acétylène lui-même, la question est plus simple : il doit se former l'aldéhyde bichlorée

$$\begin{matrix} CH \\ ||| \\ CH \end{matrix} + Cl^2O = \begin{matrix} CHCl^2 \\ | \\ CHO. \end{matrix}$$

» Je me propose d'examiner cette action ultérieurement. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la présence anormale de l'acide urique dans les sécrétions salivaire, gastrique, nasale, pharyngée, sudorale, utérine, et dans le sang menstruel. Indications diagnostiques et thérapeutiques.* Note de M. **Boucheron**, présentée par M. Bouley.

« On sait que les déchets de la nutrition qui ne sont pas éliminés produisent, en s'accumulant dans le sang, des accidents variés d'intoxication, d'autant plus durables que les matières toxiques peuvent être fabriquées indéfiniment par l'économie.

» Parmi les déchets de la nutrition, sans parler des ptomaïnes de connaissance récente, l'un des plus importants est l'*acide urique*, dont l'accumulation dans le sang constitue l'*uricémie* (Garrod, Sée, Charcot, Zalesky, Gigot-Suard, Jaccoud, Labadie, Bouchard, Lagrave, Fernet, etc.).

» Quand l'acide urique en excès s'élimine anormalement par divers organes, il détermine l'apparition d'affections variées dites *uricémiques*, dont la plus anciennement connue est la *goutte articulaire*, caractérisée par l'élimination de l'acide urique dans les articulations (Garrod).

» Il existe un grand nombre d'affections qui sont soupçonnées d'être sous la dépendance de l'acide urique et dont la nature uricémique n'a pu être nettement démontrée, vu les insuffisances et les difficultés des analyses chimiques dans chaque cas.

» Suivant cet ordre d'idées, et supposant que l'élimination anormale de l'acide urique était, chez certains malades, la principale cause des affec-

tions dont ils étaient atteints, nous avons recherché et trouvé, en effet, l'acide urique dans les sécrétions des organes malades. C'est ainsi que nous avons, avec les conseils de M. le professeur Grimaux et avec le concours de M. J. Chassin, ancien interne en pharmacie des hôpitaux, décelé l'acide urique dans la sécrétion gastrique pituiteuse qui nous était fournie par le vomissement matutinal, dans la sécrétion nasale et pharyngée pendant l'évolution de certains catarrhes naso-pharyngiens, dans la sécrétion de la muqueuse utérine et dans le sang menstruel de certaines femmes atteintes d'affections utérines, dans la sueur, comme l'avaient trouvé aussi plusieurs observateurs, entre autres Charcot, Ball, Robin, Peter et G. Daremberg.

» Dans tous ces cas, les liquides à analyser, tout en étant difficiles à se procurer, pouvaient cependant être recueillis.

» Mais pour les organes composés d'une cavité close, comme les séreuses articulaires ou autres, comme les globes oculaires, qui conservent dans leurs cavités les liquides sécrétés, et pour les organes dont les sécrétions s'épanchent dans les cavités splanchniques profondes, tels que le foie et les muqueuses gastro-intestinales, la démonstration de la nature uricémique de leurs affections est extrêmement difficile ou impossible pour chaque cas.

» Restait donc à trouver une sécrétion assez abondante pour être analysée, s'épanchant à ciel ouvert et servant très fréquemment à l'élimination de l'acide urique en excès dans le sang. La présence de l'acide urique dans cette sécrétion fournirait la preuve directe de l'accumulation de cette substance dans le sang, la preuve directe de l'intoxication par l'acide urique, et la preuve indirecte que les affections dont souffre le malade sont sous la dépendance de cet agent toxique. La disparition des accidents concordant avec la disparition de l'acide urique apporte une nouvelle preuve à l'appui.

» La sécrétion, qui joue très fréquemment le rôle d'émonctoire accessoire de l'acide urique, *c'est la sécrétion salivaire.*

» En effet, nous avons trouvé dans la salive de l'acide urique en abondance dans les principales variétés d'uricémie, quelles qu'en soient les causes.

» 1° Dans l'uricémie par arrêt de la fonction urinaire, ou rétention de la majeure partie des liquides et matériaux de l'urine, chez des sujets névropathiques ou autres;

» 2° Dans l'uricémie par alimentation trop riche en azote;

» 3° Dans l'uricémie de sujets ayant été atteints de goutte aiguë, franche, articulaire;

» 4° Dans l'uricémie de sujets atteints de goutte chronique articulaire.

» 5° Dans l'uricémie avec accidents morbides du côté du foie, de l'estomac et des intestins;

» 6° Dans l'uricémie avec lésions diverses de la peau;

» 7° Dans l'uricémie avec lésions oculaires (décollements de la rétine, choroïdites et corps flottants du corps vitré, iritis, kératite, névrite optique, conjonctivites, blépharites);

» 8° Dans l'uricémie avec lésions de l'oreille et surdité;

» 9° Dans l'uricémie avec détermination morbide du côté des reins, des bassinets, de la vessie et de la prostate;

» 10° Dans l'uricémie avec détermination morbide sur l'appareil cardio-vasculaire;

» 11° Dans l'uricémie avec accidents encéphalo et névropathiques.

» *Procédé opératoire.* — C'est avec la réaction de la murexide que nous avons obtenu les meilleurs résultats, pour la recherche qualitative de l'acide urique dans la salive. Cette réaction n'exige qu'une faible quantité de liquide, elle est rapide et caractéristique.

» Pour la bien réussir, nous recommandons les précautions suivantes : Avec un ou deux grammes de salive déposés sur une capsule de porcelaine plate, une soucoupe, par exemple, on chauffe légèrement au-dessus d'une lampe à alcool, de manière à amener la dessiccation du liquide sans déterminer d'ébullition et sans laisser jaunir le dépôt. Aussitôt la dessiccation produite, passer très légèrement sur le dépôt salivaire une baguette de verre humectée d'acide azotique, puis immédiatement une autre baguette humectée d'ammoniaque en solution : l'exposition aux vapeurs d'ammoniaque suffit quelquefois quand la quantité d'acide urique est faible.

» Trop d'acide azotique ou trop d'ammoniaque nuisent à la réaction. Si la salive renferme de l'acide urique, on voit se produire la coloration pourpre caractéristique, souvent avec une intensité de coloration presque égale à celle que donne l'urine diurne traitée de la même manière.

» La comparaison entre la réaction de la murexide et les procédés cliniques de recherche de l'acide urique (précipitation de l'acide urique par les acides forts, cristallisation sur un fil, etc.) nous ont montré que la présence de la mucine, qui entrave déjà la réaction de la murexide dans une certaine mesure, s'oppose dans de bien plus fortes proportions à la précipitation de l'acide urique de ses solutions. C'est en se basant sur la non-précipitation de l'acide urique qu'on a pu nier la présence de l'acide urique dans certains liquides, et en même temps nier la nature uricémique des affections qui les ont produits. Tous les uricémiques n'éliminent pas leur excès d'acide urique par la salive, mais, chez les sujets qui l'éliminent par leur salive, on trouve dans cette élimination des indications de la plus haute importance :

» 1° Pour le diagnostic de l'état d'uricémie ;

» 2° Pour la prophylaxie des accidents d'intoxication uricémiques imminents ;

» 3° Pour la direction du traitement quand les accidents d'intoxication se sont produits;

» 4° Pour le choix de la voie d'élimination thérapeutique de l'acide urique en excès;

» 5° Pour la connaissance du moment où a cessé l'état d'uricémie ;

» 6° Pour le choix formel d'un régime alimentaire et d'une hygiène antiuricémiques;

» 7° Pour la connaissance des résultats quotidiens de la thérapeutique, de l'alimentation et de l'hygiène prescrites. »

M. F. Larroque adresse, de Montmaurin (Haute-Garonne), les observations suivantes, recueillies par lui pendant un orage, le 25 juin 1881 :

« Le 25 juin dernier, un orage violent s'était formé sur les Pyrénées, dont les hauts sommets sont éloignés d'environ 60^{km} du village où je me trouve. Le premier bruit du tonnerre m'arriva à $4^h 40^m$ du soir. A $5^h 10^m$, l'avant-garde orageuse s'arrête à 6^{km} ou 7^{km} de moi. L'orage est noir. Pendant une heure il reste stationnaire. J'entends un bruit sourd, continu, que je ne puis mieux comparer qu'au bruit lointain de lourds chariots traînés sur le pavé. Évidemment c'est la grêle. Les éclairs et les coups de tonnerre sont rares. A $6^h 30^m$, un vent faible du Nord-Ouest détourne l'orage et le rejette sur les Pyrénées.

» Tant que l'orage est resté stationnaire, j'ai vérifié que le vent soufflait de l'orage, ce qui prouve que le centre orageux était animé d'un mouvement de giration. Quelques rares gouttes de pluie étant arrivées jusqu'à moi, j'ai pu en déterminer la température, que j'ai trouvée très élevée, 22°,3, eu égard à celle de l'air qui, au thermomètre fronde, n'a accusé que 21°,1. Il résulte de l'enquête à laquelle je me suis livré que cet orage n'a donné de grêle nulle part; mais qu'il a déversé par endroits une pluie diluvienne; sur tout son trajet, l'air s'est montré relativement calme au niveau du sol.

» Je ne puis m'expliquer l'origine du bruit si caractéristique que j'ai entendu, qu'en admettant les faits suivants : Cet orage s'est constitué par la rencontre de deux courants, l'un chaud chargé de pluie, l'autre froid chargé de grêle; ces deux courants se sont réunis à une assez grande hauteur, en donnant lieu à un centre orageux doué d'un mouvement de giration, formant ainsi une sorte de tourbillon cylindrique, dont la base s'est constamment tenue à une assez grande distance du sol. Dans ce mouvement de giration, au contact du courant chaud, la grêle s'est liquéfiée. Le bruit était dû au sifflement des grêlons dans le cylindre de giration.

» Au moment où l'orage s'approcha le plus de moi (à environ 6^{km}), après avoir constaté que l'air était fortement électrisé, je fus témoin d'un fait qui n'a pas, que je sache, été observé. Dans une touffe de lis de mon jardin, je vis le plus élevé d'entre eux plongé dans une lueur diffuse, violacée, qui formait une auréole autour de sa corolle. Cette lueur persista huit ou dix secondes. Dès qu'elle eut cessé de paraître, je m'approchai du lis, que je trouvai, à ma grande surprise, absolument dépourvu de son pollen, tandis que les fleurs voisines en étaient chargées. Le fluide électrique aurait donc disséminé le pollen. »

M. P. Laville adresse une démonstration du théorème suivant : « La somme et la différence de deux carrés ne peuvent être des carrés. »

M. L. **Holtz** adresse une Note relative à la « Situation hydrogéologique de la propriété de Creuzeau, canton de Montbazon (Indre-et-Loire) ».

M. **Daubrée** présente un échantillon de la plante appelée *Piturie* (*Duboisia Hopwoodii*), provenant de Queensland, que M. Liversidge, professeur à Sydney, lui a adressé, à raison de l'intérêt qu'elle présente, comme lui ayant fourni un nouvel alcaloïde.

Cet échantillon sera remis à l'École de Pharmacie.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er aout 1881.

Administration des douanes. Tarif général des douanes de France. Paris, impr. nationale, 1881; in-4°.

Nouveau dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques; t. XXX, PS-REI. Paris, J.-B. Baillière, 1881; in-8°.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences mathématiques; par M. E. Goursat. Ie Thèse : *Sur l'équation différentielle linéaire qui admet pour intégrale la série hypergéométrique;* IIe Thèse : *Propositions données par la Faculté.* Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-4°.

Manuel de conchyliologie; par le Dr P. Fischer. 3e fascicule, pages 193 à 304. Paris, F. Savy, 1881; in-8°.

Annual Report of the chief signal-officer to the Secretary of War for the year 1879. Washington, 1880; in-8° relié.

Untersuchungen zur naturlehre des Menschen und der Thiere, herausgegeben *von* J. Moleschott; XII Band. Giessen, E. Roth, 1881; in-8°.

Jacob Steiner's gesammelte Werke, herausgegeben auf veranlassung der königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften; erster Band, herausgegeben von K. Weierstrass. Berlin, G. Reimer, 1881; in-8°.

C.-G.-J. Jacobi's gesammelte Werke, herausgegeben auf veranlassung der

königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften; erster Band, herausgegeben von C.-W. Borchardt. Berlin, G. Reimer, 1881; in-4°,

Ouvrages reçus dans la séance du 8 aout 1881.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Exposition universelle internationale de 1878, *à Paris. Rapports du Jury international.* Groupe V, Classe 47. *Les produits chimiques et pharmaceutiques; par* M. Ch. Lauth. Paris, Impr. nationale, 1881; in-8°.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Commission de l'assainissement de Paris, instituée par M. le Ministre, par arrêté en date du 28 *septembre* 1880, *en vue d'étudier les causes de l'infection signalée dans le département de la Seine, ainsi que les moyens d'y remédier. Rapports et avis de la Commission.* Paris, Impr. nationale, 1881; in-4°.

Les fondations de prix à l'Académie des Sciences. Les lauréats de l'Académie. 1714-1880; *par* M. Ernest Maindron. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-4°.

Conchyliologie fluviatile de la province de Nanking et de la Chine centrale; par le R. P. Heude. VIIe fascicule. Paris, F. Savy, 1881; in-4°. (Présenté par M. H. Milne Edwards.)

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube, t. XVII, 3e série, année 1880. Troyes, L. Lacroix, 1881; in-8°.

Herbier du jeune botaniste; par le Dr E. Bucquoy, fascicules 1 à 10. Paris, Ract et Falquet; Toulouse, Regnault et fils; Perpignan, P. Morer, 1880; 10 livr. in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 AOUT 1881.

PRÉSIDENCE DE M. DECAISNE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Faye, en présentant à l'Académie le premier Volume du « Cours d'Astronomie de l'École Polytechnique », que vient de publier la librairie de M. Gauthier-Villars, s'exprime ainsi :

« On m'a bien souvent demandé les feuilles autographiées du Cours que j'ai l'honneur de professer à l'École Polytechnique : c'est là ce qui m'a décidé à publier ces Leçons, conformes aux programmes de l'École et de l'enseignement supérieur de nos Facultés. Un livre de ce genre manquait. Je me suis attaché à remplir cette lacune sans sortir de ces programmes. J'ai tenu seulement à ajouter quelques développements historiques, pour faire ressortir l'esprit de la véritable méthode scientifique dont l'Astronomie offre la plus sublime application.

» Il est rare que, dans ce genre d'Ouvrages, l'auteur compte pour autre chose que l'ordre des idées et la clarté de l'exposition. Je me flatte cependant qu'on trouvera quelque chose de plus dans celui-ci, principalement dans l'étude de la figure de la Terre.

» L'Ouvrage comprendra deux Volumes. Le second, dont l'impression est commencée, est consacré au système solaire; le premier, que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui, contient l'étude du mouvement

diurne, la théorie des instruments et des erreurs, l'organisation des grands observatoires, la Géographie mathématique et la Géodésie.

» L'éditeur a voulu insérer dans le texte, sauf la réduction à une échelle convenable, toutes les planches qui figurent dans le portefeuille de l'École Polytechnique. »

MÉMOIRES LUS.

OPTIQUE. — *Études dioptriques.* Note de M. Ch.-V. Zenger [1].

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Cornu.)

« On sait que les formules dioptriques abrégées ne donnent pas des résultats assez rigoureux pour qu'on puisse les employer à construire des objectifs aplanétiques et achromatiques.

» C'est pourquoi tous les opticiens célèbres ont eu recours au calcul trigonométrique de la direction des rayons réfractés, et c'est ce que j'ai fait moi-même. Mais j'ai pu formuler les résultats ainsi obtenus, en raison de la petite différence de réfraction qu'on trouve pour les différentes espèces de verre, crown et flint, et construire des Tables qui donnent, sous forme algébrique, la relation entre les rayons de courbure et les indices de réfraction des deux milieux qui entrent dans la construction de l'objectif, soit pour le microscope, soit pour le télescope.

» La formule ne contient que les indices de réfraction des deux milieux, n et n', leur dispersion relative $\frac{dn}{dn'}$, et des constantes, dont la valeur dépend seulement de l'indice de réfraction du milieu le moins réfringent.

» Mais ce qui est plus important, c'est qu'on peut, à l'aide de cette formule, renverser le problème et chercher les indices de réfraction et la dispersion nécessaire pour aplanétiser et achromatiser la lentille double.

» A l'aide de Tables que j'ai construites et de cette formule, j'ai trouvé qu'on obtient le meilleur résultat si les conditions suivantes sont remplies :

» 1° La dispersion doit être telle que $\frac{dn}{dn'} = 0,5$, et cette relation doit être la même pour toutes les dispersions partielles du rouge au violet; alors l'achromatisme est absolu.

---

[1] En même temps que cette Note, M. Zenger en communique une autre, portant pour titre « Le spectroscope à vision directe, appliqué à l'Astronomie physique »; cette Note sera insérée dans le numéro prochain des *Comptes rendus*.

» Cette condition peut être réalisée par le mélange de substances aromatiques, dont les unes réagissent davantage sur le rouge, tandis que les autres, au contraire, élargissent la partie violette du spectre.

» En mélangeant deux ou trois substances, on peut obtenir la réfraction et la dispersion donnée par la formule pour achromatiser et aplanétiser l'objectif.

» 2° L'indice de réfraction du mélange doit être $n' = 1,63242$, par exemple, quand le verre crown, appliqué à la construction, a pour indice $n = 1,5296$.

» La formule donne le changement de n' pour une autre valeur de n.

» 3° Tous les rayons sont alors identiques : c'est pourquoi j'appelle l'objectif *symétrique*, car le dernier rayon $r_4 = \infty$, c'est-à-dire que la dernière surface devient plane.

» Chacun peut faire son télescope et son microscope soi-même, sans aucun calcul, en prenant une lentille de quartz ou de crown quelconque, et le mélange de corps aromatiques qui donnent à celle-ci une dispersion deux fois plus grande ou égale pour tous les rayons du spectre.

» On obtient la lentille du microscope en renversant cette lentille, c'est-à-dire que la surface plane est mise du côté de l'objet.

» La lentille étant corrigée, on la combine avec une ou deux autres lentilles symétriques, d'après le procédé bien connu pour obtenir un doublet ou un triplet tout à fait aplanétique et achromatique; alors, en dépassant le foyer dans un sens quelconque, on ne trouve plus trace du spectre secondaire.

» Les *test objects* que j'ai appliqués sont des gouttes de mercure sur fond noir, à la lumière solaire, et la plaque de M. Abbe, à Iéna, plaque de verre argenté, portant des raies croisées dans différentes directions; on ne voit qu'un blanc éblouissant, sur un fond noir, sans la moindre trace de couleurs du spectre secondaire.

» Je crois que c'est là la marche à suivre pour résoudre le problème d'achromatisme absolu des objectifs, pour le télescope et pour le microscope. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Duponchel adresse une nouvelle Note relative à l'action exercée par les planètes sur les taches solaires.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. **F. Dumas** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur l'électricité.

(Renvoi à l'examen de M. du Moncel.)

M. **L. Holtz** prie l'Académie de vouloir bien soumettre à l'examen d'une Commission ses Communications précédentes, concernant les recherches hydrogéologiques.

(Commissaires : MM. Daubrée, Hébert, Fouqué.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de Boulogne-sur-Mer** prie l'Académie de vouloir bien se faire représenter à l'inauguration du monument élevé à *Frédéric Sauvage*, qui aura lieu le lundi 12 septembre prochain.

MM. Tresca et Bréguet acceptent la mission qui leur est confiée par M. le Président, pour représenter l'Académie des Sciences à cette cérémonie.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du Tome XCVII de la « Collection des brevets d'invention, pris sous le régime de la loi de 1844 ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule, publié en Allemagne par M. *A. Christiani*, et intitulé : « Recherches expérimentales sur la physiologie du cerveau du lapin et de ses nerfs ».

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur une très ancienne application de l'hélice comme organe de propulsion.* Note de **M. G. Govi.**

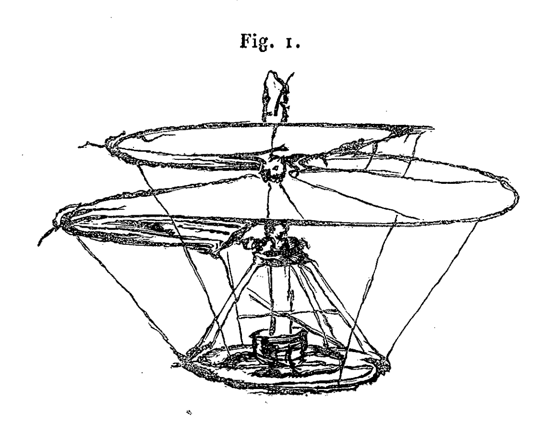
« Le propulseur à hélice, dont il a été question dernièrement devant l'Académie, dont la navigation tire aujourd'hui de si grands avantages, et que l'aéronautique voudrait également utiliser, a été essayé d'abord et appliqué, au moins en petit, par Léonard de Vinci dès la fin du XV^e siècle.

» Léonard s'est préoccupé toute sa vie de la recherche d'un moyen pour voler. On connaît les admirables études qu'il nous a laissées sur le

vol des oiseaux, mais on ignore généralement qu'il avait imaginé plusieurs appareils pour soulever l'homme et pour le transporter facilement à travers l'espace. Toutes les solutions de ce problème étudiées successivement par lui (et que nous connaissons jusqu'ici) tendaient à réaliser le vol par ce qu'on a appelé dans ces derniers temps le *plus lourd que l'air*.

» Parmi ces projets très nombreux et fort variés, que l'on peut voir dans le *Codice Atlantico,* rendu en 1815 à la Bibliothèque Ambroisienne de Milan, et dans les Volumes restés alors à Paris et conservés à la Bibliothèque de l'Institut, il y a (au Volume B de la Bibliothèque de l'Institut, feuillet 83, *verso*) le dessin d'une large hélice destinée à tourner autour d'un axe vertical, à côté et au-dessous de laquelle on peut lire (écrites en italien et à rebours) les deux Notes suivantes (¹) :

Fig. 1.



« *A côté de la figure.* — Que le contour extérieur de la vis (*hélice*) soit en fil de fer de l'épaisseur d'une corde, et qu'il y ait du bord au centre huit brasses de distance.

» *Au-dessous de la figure.* — Si cet instrument, en forme de vis, est bien fait, c'est-à-dire fait en toile de lin dont on a bouché les pores avec de l'amidon, et si on le tourne avec vitesse, je trouve qu'une telle vis se fera son écrou dans l'air et qu'elle montera en haut.

(¹) Voici le texte italien des deux Notes :

« Iʳᵉ. L'estremità di fuori della vite sia di filo di ferro grosso una corda, e dal cerchio al centro sia braccia 8.

» IIᵉ. Trovo se questo strumento fatto a vite sarà ben fatto, cioè fatto di tela lina stoppata i suoi pori con amido, e voltato con prestezza; che detta vite si fà la femmina nell' aria, e monterà in alto. Piglia lo esemplo da una riga larga e sottile e menata con furia in fra l'aria; vedrai essere guidato il tuo braccio per la linea del taglio della detta asse.

» Sia l'armatura della sopradetta tela, di canne lunghe e grosse.

» Puossene fare uno picciolo modello di carta, che lo stile suo sia di sottile piastra di ferro e torta per forza, e nel tornare in libertà fara volgere la vite. »

» Tu en auras une preuve en faisant mouvoir rapidement à travers l'air une règle large et mince, car ton bras sera forcé de suivre la direction du tranchant de cette planchette.

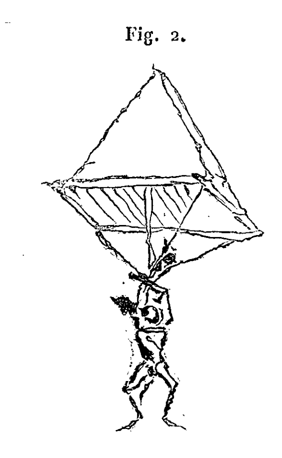
» La charpente de ladite toile doit être faite avec de longs et gros roseaux.

» On en peut faire un petit modèle en papier, dont l'axe soit une lame de fer mince que l'on tord avec force. Quand on laissera cette lame libre, elle fera tourner la vis (*l'hélice*). »

» On voit donc par là que, non seulement Léonard avait inventé le propulseur à hélice, mais qu'il avait songé à l'utiliser pour la locomotion aérienne, et qu'il en avait construit de petits modèles en papier mis en mouvement par des lames minces d'acier tordues, puis abandonnées à elles-mêmes.

» En consultant d'ailleurs le *Saggio delle Opere di Leonardo da Vinci*, publié à Milan en 1872 (1 volume in-f°), au Chapitre intitulé : *Leonardo letterato e scienziato* (p. 20-21) et les planches photolithographiques qui l'accompagnent (*Pl. XVI*, n° 1), on peut constater que cet homme de génie avait étudié le moyen de mesurer l'effort que l'on peut exercer en frappant l'air avec des palettes de dimensions déterminées, et qu'il avait inventé le *parachute*, dont il donne le dessin suivant, qu'il décrit dans ces termes [1] :

Fig. 2.



« Si un homme a un pavillon (*tente*) de toile empesée dont chaque face ait 12 brasses de large et qui soit haut de 12 brasses, il pourra se jeter de quelque grande hauteur que ce soit, sans crainte de danger. »

---

[1] « Se un uomo ha un padiglione di pannolino intasato, che sia 12 braccia per faccia, e alto 12, potrà gittarsi da ogni grande altezza senza danno di sè (*Codice Atlantico*, f° 372, *verso*). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur quelques cas nouveaux de figures équipotentielles, réalisées électrochimiquement.* Note de M. A. GUÉBHARD.

« Pour répondre aux doutes émis récemment, dans une Thèse de Göttingen (¹), sur la possibilité expérimentale de la méthode dont j'ai eu l'honneur de présenter les premiers résultats le 26 avril 1880, je ne saurais mieux faire que de mettre sous les yeux de l'Académie la réalisation électrochimique de plusieurs cas nouveaux, et particulièrement celui de l'hyperbole équilatère, que M. H. Meyer avait jugé trop compliqué pour le soumettre en entier aux vérifications électrométriques de l'ancienne méthode de Kirchhoff. Ce cas ressort d'une transformation imaginaire indiquée par Auerbach (²), et l'équation des lignes équipotentielles, avec quatre pôles ayant pour coordonnées $(x \pm 1, y = 0)$, $(x = 0, y = \pm 1)$, peut prendre, en coordonnées polaires, la forme explicite

$$\cos 2\omega = \frac{c + (c-4)\rho^4 \pm 2\sqrt{c(3+2\rho^4) - (c-4)\rho^8}}{2c\rho^2}.$$

» Les courbes sont donc faciles à étudier, et si M. Meyer l'avait fait d'une manière complète, s'il avait surtout cherché et construit les lignes d'écoulement

$$[(x^2-y^2-1)^2+4x^2y^2]^2-4[(x^2-y^2-1)^2-4x^2y^2]=16Cxy(x^2-y^2-1);$$

il se serait moins étonné de l'incertitude qu'ont présentée dans le voisinage de l'hyperbole toutes les mesures qu'il faisait partir, par le procédé ordinaire, sans même y apporter les perfectionnements opératoires décrits par MM. Foster et Lodge (³), d'un point de l'axe imaginaire voisin de la ligne de potentiel nul. L'hyperbole, en effet, ne forme, avec les axes et le cercle de l'infini, qu'une ligne d'écoulement limite, dont s'écartent presque verticalement, à partir d'une très petite distance, les lignes qui peuvent répondre à une réalité physique.

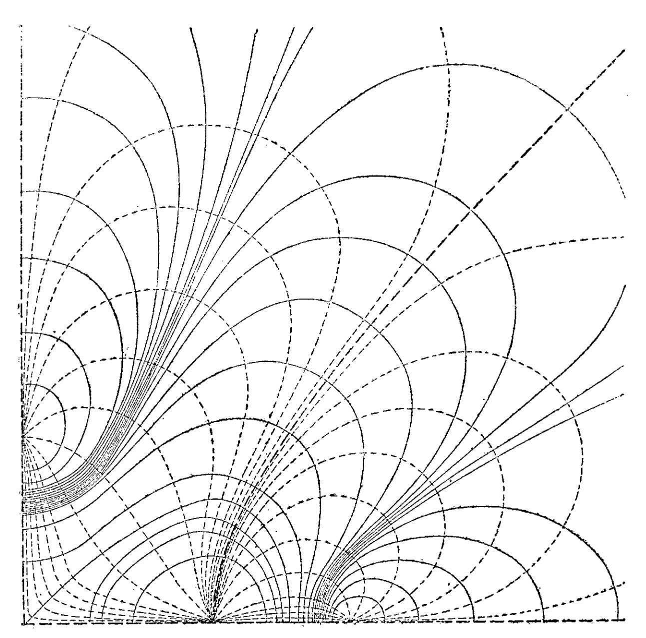
» L'influence des angles supérieurs d'une découpure limitée est nécessairement d'attirer vers le haut les lignes d'égal potentiel, et je n'ai pu obtenir moi-même, après de nombreux tâtonnements, les résultats nets et

(¹) *Ueber stationäre Strömung in leitenden Flächen*, von Meyer, 21 p., pet. in-8°.

(²) *Wiedemann's Annalen der Physik*, t. III, p. 503; avril 1878.

(³) *Philosophical Magazine*, 4ᵉ s., t. I, p. 478; déc. 1875.

précis que je présente aujourd'hui, qu'après avoir découpé mathématiquement mes feuilles suivant le contour d'une ligne d'écoulement. Les résultats ne sont d'ailleurs point changés lorsqu'on divise la figure en deux suivant les axes, ou en quatre, comme l'a fait M. Meyer. Mais bien loin d'augmenter la précision, en supprimant ainsi des électrodes, à cause d'une prétendue difficulté d'égale répartition du courant, c'est en ajoutant aux pôles de l'axe imaginaire leurs conjugués par rapport à l'hyperbole, aux points ($x = \pm\sqrt{3}$, $y = 0$), que j'ai obtenu les résultats les plus complets et



les plus faciles : car on retombe ainsi, la théorie le montre, dans le cas du plan infini, dont notre figure représente un quadrant.

» Sans ces pôles auxiliaires, on aurait pour directions asymptotiques les bissectrices des axes, au lieu des droites $(2n+1)\frac{\pi}{8}$, ainsi que cela ressort de l'équation

$$\rho^4 - 2k\cos 2\omega . \rho^2 + 1 = 0$$

et des théories générales d'un Mémoire des plus remarquables de M. Smith (¹).

» M. C. Neumann (²) a montré qu'une distribution électrique linéaire

(¹) *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, t. VII, p. 79-99; 1872.

(²) *Borchardt's Journal für reine Mathematik*, t. LIX, p. 340; 1861.

dans un plan infini devait donner une répartition potentielle suivant des ellipses homofocales : ce sont des systèmes de ce genre que j'ai obtenus, dans toutes les excentricités, en prenant comme électrode négative une lame de tôle mince, au-dessus d'une feuille positive dans l'acétate de plomb.

» M. Adams [1] a étudié, parmi d'autres cas déjà connus, ceux de deux ou de quatre électrodes symétriques, avec une de nom contraire au centre : les courbes sont les mêmes que pour l'angle droit et le demi-plan que j'ai précédemment réalisés. La coïncidence des figures avec mes anneaux colorés est d'ailleurs parfaite, et la ligne neutre, en particulier, se trouve marquée avec une rigueur mathématique. Il y a toujours avantage, en effet, à opérer sur le plan infini où l'on évite l'influence perturbatrice des bords, influence qu'ont notée tous les observateurs et à laquelle je n'ai pu me soustraire d'une manière complète qu'en me plaçant dans des conditions expérimentales tout à fait rigoureuses, c'est-à-dire en appliquant ma feuille sur une couche parfaitement plane de cire molle, au fond du récipient électrolytique dont les parois, également en cire ou en gutta, suivaient exactement le contour de la surface à étudier.

» Avec cette dernière précaution, on rentre dans le cas étudié par M. Adams, d'un conducteur cylindrique vertical avec électrodes linéaires parallèles à l'axe. Le savant président de la Société de Physique de Londres a démontré par le calcul, et vérifié par l'expérience, que la distribution dans l'électrolyte est alors la même pour chaque section horizontale que pour le cas analogue du plan. Dans mes expériences, la discontinuité due à la présence d'une feuille métallique est évidemment compensée par la petite distance des aiguilles employées comme électrodes : j'espère pouvoir le démontrer par une extension des calculs qu'a établis M. Ditscheiner [2] pour le cas d'électrodes sphériques infiniment petites; mais, en attendant, les faits sont là pour le prouver, et lors même qu'il m'est arrivé de porter à plusieurs millimètres l'écart des électrodes, j'ai toujours vu l'étalement des anneaux se faire suivant une loi de similitude qui ne pourrait empêcher de trouver tout au moins dans mon procédé une indication rapide et matérielle sur l'allure générale de la fonction potentielle la plus compliquée.

» Je me réserve de préciser, dans un travail plus étendu, les meilleures

---

[1] *Proceedings of the Royal Society of London*, t. XXIV, p. 4; 1876.

[2] *Sitzungsber. d. math.-wiss. Cl. d. k. Akademie in Wien*, t. LXXVIII, 2e P., p. 93; juin 1878.

conditions opératoires : avec des courants de forte tension et de très faible quantité, on atténue, autant que possible, les effets de polarisation qui ne peuvent toujours être combattus par inversion et qui sont très nuisibles dans l'acétate de plomb; dans le même but, je fais prédominer maintenant l'acétate de cuivre; d'autres électrolytes donneraient peut-être de meilleurs résultats; mais déjà le champ est si vaste, dans la limite des indications données, qu'en s'y conformant M. Meyer a de quoi se convaincre certainement qu'on peut obtenir autre chose que « les anneaux ordinaires de Nobili ».

OPTIQUE. — *Sur l'absorption des rayons ultra-violets par quelques milieux.* Note de M. DE CHARDONNET, présentée par M. Cornu.

« Les expériences ont été conduites parallèlement par deux voies différentes :

» *Première méthode.* — Le liquide à l'étude était placé dans une cuve fermée par des glaces à faces parallèles, ou, mieux, par des lames de quartz taillées perpendiculairement à l'axe; l'épaisseur de la couche liquide était, suivant la transparence, de 3^{mm} à 20^{mm}. Après avoir traversé le liquide, les rayons lumineux étaient reçus sur du papier photochromique de Poitevin, dont le changement de teinte indiquait la présence ou l'absence des rayons chimiques (on sait que ce papier noircit ou pâlit, selon que la lumière possède ou non ses rayons actiniques). Ce procédé n'indique pas la réfrangibilité des rayons absorbés, mais donne rapidement une idée de la somme totale des rayons chimiques qui manquent. Quant aux solides, il suffit d'en poser des plaques plus ou moins irrégulièrement taillées sur le papier Poitevin et d'exposer le tout au Soleil : l'homogénéité du milieu n'est pas indispensable comme dans la méthode suivante.

» *Seconde méthode.* — Un rayon solaire, réfléchi sur le miroir métallique d'un héliostat, traverse une fente étroite et un objectif en quartz et spath d'Islande (construit par M. Duboscq d'après les indications de M. A. Cornu); puis il est décomposé par un prisme en spath d'Islande et son spectre est projeté sur une plaque photographique ou sur un écran fluorescent. On obtient, de cette façon, un spectre de $0^{m},15$ à $0^{m},20$ de longueur, dont les raies principales sont toutes assez nettes. Cette combinaison une fois réglée, on interpose, au devant de la fente, une cuve à faces parallèles en quartz, qu'on remplit à moitié avec le liquide à essayer; de cette manière, on projette sur l'écran deux spectres juxtaposés, dont l'un

est le spectre solaire naturel, et dont l'autre est le spectre d'absorption de la substance donnée. Cette disposition est essentielle : la comparaison simultanée avec le spectre naturel s'impose à chaque détermination, car le spectre solaire ultra-violet se modifie à chaque instant, suivant la hauteur du Soleil et l'état de l'atmosphère.

» Pour étudier la fluorescence, on place la même cuve à faces de quartz dans un créneau de l'écran de projection correspondant au spectre ultra-violet, et on observe la lueur produite, en se garantissant de toute lumière étrangère.

» Les liquides qui circulent dans les végétaux ou qui imprègnent les racines et les fruits paraissent tous avides des rayons chimiques, utiles ou nécessaires à leurs transformations. Un certain nombre de racines, de tiges, de feuilles, de fleurs et de fruits ont été épuisés, au bain-marie, par l'eau, l'alcool et l'éther; ces décoctions ont toutes intercepté plus ou moins vivement les rayons chimiques; quelques infusions, même peu concentrées, ont éteint une partie des rayons à la fois actiniques et visibles, jusqu'en G. Les expériences ont porté sur les décoctions suivantes : les racines de pêcher, de pommier, de chou, de sapin; les haricots, les carottes, les raves, les oignons, les pommes de terre; les jeunes tiges de coudrier; les pommes, les épinards, l'oseille; les pétales de violette, de reine-marguerite, la dissolution de gomme arabique, les branches et les feuilles d'arbres résineux. La sève printanière de la vigne (pleurs), surtout lorsqu'elle est concentrée par l'évaporation, se montre très active, ainsi que la teinture d'arnica, le vin blanc et le vin rouge, même très dilués.

» La fluorescence ne paraît pas en rapport direct avec l'intensité de l'absorption actinique. La décoction de raves, par exemple, est un absorbant moins énergique que la décoction de pommes de terre; et pourtant, la première est fluorescente, tandis que l'autre ne l'est pas. Parmi les substances faiblement fluorescentes, je citerai le vin blanc (Meursault), tandis que le vin rouge (Bourgogne) n'a pas manifesté cette propriété. Dans plusieurs des liquides ci-dessus, la fluorescence a été impossible à constater; dans d'autres, elle apparaît franchement, mais elle est très faible, comparée à ce qu'on voit avec la quinine ou le verre d'urane.

» Un très petit nombre de liquides de la série animale ont pu être étudiés jusqu'ici. Les résultats paraissent beaucoup plus variés : tandis que le sang, même très dilué, est un absorbant énergique, l'humeur aqueuse de l'œil récemment recueillie (œil de veau), l'albumine de l'œuf de poule,

n'ont aucune action sur les rayons chimiques, au moins sous les épaisseurs de 15^{mm} à 20^{mm}.

» L'eau distillée, l'alcool, l'éther sulfurique, le collodion normal, la dissolution de sucre de canne sont également sans action.

» La gélatine (grénétine du commerce) a été spécialement examinée, en raison de son importance industrielle et physiologique. Elle s'approprie énergiquement tous les rayons actiniques, à ce point que 3^{mm} d'une *gelée* à 5 pour 100 de gélatine interceptent tous les rayons chimiques et que l'absorption commence à la raie G. Cette même *gelée* est sensiblement fluorescente, dans toutes les parties du spectre actinique.

» On voit que le sulfate de quinine, considéré longtemps comme présentant le type de l'opacité actinique, partage ses propriétés absorbantes avec un grand nombre de corps organiques.

» J'ai comparé les spectres projetés à travers un prisme en spath d'Islande par deux objectifs photographiques simples, d'égal foyer, l'un construit par M. Darlot, de Paris, l'autre par M. Dallmeyer, de Londres. L'objectif anglais s'est montré constamment plus transparent que l'objectif français. Il a paru difficile de mesurer rigoureusement la différence, la méthode des spectres jumeaux indiquée ci-dessus n'étant pas applicable, mais la longueur du spectre invisible projeté sur l'écran s'est trouvée de 25 à 40 pour 100 plus grande avec l'objectif Dallmeyer qu'avec l'objectif Darlot. Un ancien objectif, construit par feu Charles Chevalier, s'est montré plus perméable que l'objectif Darlot, sans approcher de la transparence du verre anglais.

» Je me propose de continuer ces recherches. »

PHYSIQUE. — *Figures produites par la chute d'une goutte d'eau tenant du minium en suspension.* Note de M. C. DECHARME. (Extrait.)

« Une expérience qui se rattache indirectement à mes recherches sur les formes vibratoires des corps solides et des liquides est la suivante :

» Lorsqu'on délaye, dans l'eau, du minium en poudre fine, et qu'on en recouvre aussi uniformément qu'il est possible une lame de verre horizontale, puis qu'on laisse tomber sur cette couche mince une goutte du mélange, on voit, à l'endroit choqué, une figure assez régulière, formée de minium disposé en rayons extrêmement déliés et en anneaux concentriques, le tout formant des dessins très variés, selon l'épaisseur de la couche pul-

vérulente, ou celle de l'eau qui la recouvre, et surtout selon la hauteur de chute de la goutte qui produit le choc sur le plan résistant. Si l'on fait écouler lentement le liquide, ou mieux, si l'on attend qu'il se soit évaporé spontanément, on obtient des formes permanentes des effets de ce choc. J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques figures, qui donnent une idée des variétés qu'elles présentent.

» Je n'ai pas l'intention, en ce moment, d'entrer dans plus de détails sur ce sujet. Je désire seulement me réserver le droit de suivre à loisir ces formes curieuses et d'expliquer les effets variés du phénomène. J'aurai à y joindre l'étude des figures analogues que j'obtiens *en soufflant* avec un tube sur le minium ou le blanc d'argent délayé dans l'eau.

Ces figures, d'ailleurs, ne sont pas sans analogie avec les formes vibratoires des plaques circulaires dont je me suis occupé. On y trouve, en effet, selon les conditions expérimentales, les trois systèmes de figures acoustiques que Chladni a observés sur les plaques circulaires : *systèmes diamétral, circulaire* et *composé*. Dans nos expériences, ces systèmes sont ordinairement coexistants ; mais on peut faire prédominer l'un ou l'autre à volonté. Les formes si variées du système composé semblent se rattacher à quelques types peu nombreux, entre lesquels on trouve toutes les transitions. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition du sarrasin*. Note de M. G. LECHARTIER, présentée par M. Debray.

« Les analyses qui ont été publiées sur la composition du sarrasin présentent des divergences plus grandes que celles qui se produisent d'ordinaire pour un même végétal. Aussi avons-nous jugé utile de soumettre la paille et la graine d'une même récolte de sarrasin, obtenue dans les conditions d'une culture normale, à des recherches analytiques poursuivies pendant plusieurs années, afin de rechercher quelles variations une plante de cette nature peut présenter dans sa composition, au point de vue des matières minérales, et quelles relations peuvent exister entre ces variations et la manière dont sa végétation s'est accomplie.

» Le procédé d'analyse que nous avons suivi est une modification simple de la méthode proposée par H. Sainte-Claire Deville pour le dosage des matières minérales en dissolution dans les eaux de rivière.

» Les récoltes analysées appartiennent aux années 1879 et 1880. Les échantillons ont été prélevés dans deux communes voisines de Rennes,

celles de Cesson et de Saint-Jacques. Voici les résultats obtenus, rapportés aux matières végétales supposées sèches.

» Les nombres qui expriment le rapport du poids de la paille à celui du grain ont été les suivants :

Cesson (1879).	Cesson (1880)	Saint-Jacques (1880).
0,920	1,585	1,640

» Pour calculer la composition centésimale des cendres, on n'a pas tenu compte de l'acide carbonique dont la proportion peut varier, dans l'incinération, d'une opération à l'autre.

Cendres de sarrasin.

	Paille			Grain		
	Cesson 1879.	Cesson 1880.	St-Jacques 1880.	Cesson 1879.	Cesson 1880.	St-Jacques 1880.
Potasse	22,57	44,01	47,74	28,40	25,73	29,89
Soude	2,12	1,71	0,64	4,17	0,77	0,59
Chaux	34,94	21,66	12,52	6,33	10,17	4,79
Magnésie	16,22	7,49	4,61	18,10	15,06	17,48
Oxyde de fer	1,79	1,66	1,07	0,73	0,30	0,24
Acide phosphorique	3,32	8,29	12,38	38,05	43,47	44,27
Silice	4,82	0,61	1,79	traces	0,29	0,00
Acide sulfurique	3,76	2,51	2,86	3,54	3,93	2,24
Chlore	10,44	12,06	16,39	0,67	0,63	0,62

» En comparant les nombres correspondant à une même récolte, on observe, entre les cendres de la paille et celles du grain, les mêmes différences que pour le blé. Les cendres du grain se distinguent par une proportion plus forte d'acide phosphorique et de magnésie; elles ne contiennent que de minimes quantités de chlore et seulement des traces de silice. Dans les cendres de paille, la proportion de potasse peut atteindre des chiffres élevés; la silice est plus abondante, mais leur teneur en silice reste bien au-dessous de celle qu'on observe dans la paille du blé.

» Si l'on compare les résultats fournis par les deux résultats 1879 et 1880, on observe des différences sensibles.

» 1° En 1880, les cendres de paille contiennent plus de potasse qu'en 1879. La proportion a doublé d'une année à l'autre. La proportion de l'acide phosphorique a subi des accroissements plus considérables encore, le poids du chlore a augmenté, en même temps que celui de l'acide phosphorique et de la potasse.

» 2° Les cendres de grain présentent moins de variations dans leur com-

position. Ainsi, l'augmentation de leur teneur en acide phosphorique n'est qu'une fraction du poids primitif, au plus $\frac{1}{6}$ ou $\frac{1}{8}$ de ce poids.

» En 1879, le poids de la paille était inférieur à celui du grain; en 1880, il lui est notablement supérieur, et ce qu'on appelle *paille du blé noir* ressemble beaucoup, au point de vue de la richesse de ses cendres en matières minérales, au produit du fanage d'un végétal que l'on coupe en vert au moment de sa floraison.

» En 1879, la paille se trouvait davantage dans les conditions où l'on coupe la paille des céréales.

» Ces faits sont d'accord avec le mode de végétation du sarrasin, qui diffère notablement de celui des céréales. Des panicules de fleurs naissent à l'aisselle des feuilles, avant que la plante ait atteint sa taille moyenne. Elle continue à se ramifier et à croître, en se couvrant de fleurs, pendant que des graines arrivent déjà à maturité.

» Ces premières constatations s'étendent à la composition du végétal lui-même.

Matériaux contenus dans 1,000 *parties, en poids de paille et de grain.*

	Paille sèche.			Grain sec.		
	Cesson 1879.	Cesson 1880.	St-Jacques 1879.	Cesson 1880.	Cesson 1880.	St-Jacques 1880.
Cendres	62,34	77,43	89,03	18,55	23,50	21,71
Azote	8,90	12,29	11,55	19,13	23,17	22,06
Potasse	14,08	33,95	44,90	5,06	6,15	6,49
Soude	1,32	1,32	0,60	0,78	0,18	0,13
Chaux	22,37	16,99	11,77	1,12	2,39	1,04
Magnésie	10,11	5,78	4,34	3,22	3,54	3,80
Oxyde de fer	1,11	1,28	1,00	0,12	0,07	0,05
Acide phosphorique	2,07	6,39	11,64	6,79	10,22	9,65
Silice	3,01	0,47	1,68	0,00	0,07	0,00
Acide sulfurique	2,35	1,94	2,69	0,63	0,92	0,49
Chlore	6,40	9,32	15,41	0,12	0,15	0,14

» La composition du grain se modifie peu, quoiqu'il paraisse contenir plus de potasse et d'acide phosphorique à mesure que le poids relatif augmente.

» La richesse minérale de la paille s'accroît, en même temps que son poids, surtout en acide phosphorique, en chlore et en potasse. Il peut arriver que la paille devienne plus riche que le grain en acide phosphorique. Elle diffère alors complètement de celle des céréales. La paille d'une

récolte de sarrasin peut contenir beaucoup plus de matières minérales qu'il n'y en a dans le grain.

» En valeur absolue, la somme des principes fertilisants enlevés du sol par une récolte entière constitue un poids considérable, plus élevé que pour une récolte de blé comprenant la même quantité de grain.

» Des récoltes de sarrasin, identiques au point de vue du grain, peuvent soustraire au sol des poids de matières minérales complètement différents, qui varient dans la proportion du simple au double pour quelques-unes d'entre elles, principalement pour le chlore, l'acide phosphorique, la potasse et l'azote.

» Enfin, comme la proportion de l'amidon dans la graine de sarrasin varie peu, on ne saurait établir, pour cette plante de même que pour les végétaux analogues, de relation fixe entre le poids de l'amidon et celui des principes minéraux contenus dans la récolte totale. »

CHIMIE. — *Sur l'acide hydrosulfureux. Réponse à une Note de M.* Schützenberger (¹); par M. **Aug. Bernthsen**, présentée par M. Wurtz.

« M. Schützenberger croit pouvoir prouver que la composition de l'hydrosulfite de soude est représentée par la formule $NaHSO^2$, en se fondant sur les deux faits suivants : premièrement, une solution d'acide sulfureux, traitée par du zinc acquiert un pouvoir réducteur plus grand, dans le rapport de 2 à 3; deuxièmement, une solution de bisulfite de soude, soumise au même traitement, atteint, après quinze ou vingt minutes, un maximum de pouvoir réducteur égal aux $\frac{4}{3}$ du pouvoir initial.

Le premier de ces arguments pouvait être réfuté (²) en prouvant que l'équation de la réaction de Zn sur SO^2 est $Zn + 2SO^2 = ZnS^2O^4$, et non $Zn + H^2O + 2SO^2 = ZnSO^3 + H^2SO^2$, parce que l'hydrosulfite de zinc est à peu près le seul produit de la réaction, et que le sulfite de zinc et l'acide hydrosulfureux libre ne se forment presque pas, quand on opère avec précaution.

» Puisque mon honorable contradicteur dit, dans sa nouvelle Note, que « j'écarte sans le discuter sérieusement l'argument le plus décisif en faveur » de sa formule (savoir le *second* argument, B), argument qui est en con-

(¹) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 151, et t. XCII, p. 875.

(²) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 47; *Annalen der Chemie*, t. CCVIII, p. 141, 172.

» tradiction complète avec mon équation », il me sera permis d'en constater maintenant la valeur avec un peu plus de détail.

» 1° Quant au titrage avec le permanganate, méthode dont se sert M. Schützenberger pour ses analyses, j'ai dit déjà qu'elle n'est pas exempte d'inexactitude, une partie de soufre se trouvant toujours oxydée seulement jusqu'à la production de l'acide hyposulfurique ($S^2O^6H^2$). Ce fait a été constaté déjà, il y a vingt-deux ans, par MM. Heeren, Péan de Saint-Gilles, Buignet, enfin par MM. Fordos et Gélis [1] (voir ma Note détaillée, *Annalen der Chemie*, t. CCVIII, p. 180, 181).

» 2° Le permanganate (ou l'iode), au surplus, ne permet qu'une analyse *indirecte et très peu sensible*. En employant le *sulfate de cuivre* ammoniacal, le dosage est *direct*, et, dans les cas ordinaires, environ huit fois plus sensible. Les premières méthodes ont aussi le grand inconvénient d'exiger une quantité considérable d'eau, qu'il n'est pas facile d'employer exempte d'air : c'est là une source d'erreur.

3° La proportion 3 : 4, en supposant qu'elle soit prouvée avec certitude, ne peut servir à établir la formule de l'hydrosulfite : c'est ce qui résulte du calcul suivant.

» Dans une solution contenant S^{at} de soufre, on détermine la quantité de soufre présent à l'état d'hydrosulfite, par titrage avec le sulfate de cuivre, méthode excellente. Supposons que, en prenant comme base ma formule du sel $Na^2S^2O^4$, cette quantité soit x^{at}. D'après la formule de M. Schützenberger, on trouverait alors $\frac{1}{2}x$ ($2SO$ exigeant $2O$, tandis que S^2O^3 exige seulement O pour former $2SO^2$). Dans le premier cas, il faudra pour x^{at} de soufre $\frac{3}{2}x^{at}$ d'oxygène (pour former H^2SO^4); dans le dernier cas, $2.\frac{1}{2}x = x^{at}O$. Le nombre d'atomes de soufre présent, à l'état de sulfite, étant respectivement $S - x$ et $S - \frac{1}{2}x$, exige le même nombre d'atomes d'oxygène pour former H^2SO^4.

» La quantité d'oxygène nécessaire pour la solution sera donc, selon moi, $\frac{3}{2}x + (S - x)$; selon M. Schützenberger, $x + (S - \frac{1}{2}x)$. Mais ces deux expressions sont égales à $S + \frac{1}{2}x$; par conséquent l'argument *le plus décisif*, comme l'appelle M. Schützenberger, n'a point de valeur, puisqu'il ne permet pas de décider entre les deux formules du sel qui sont en question, savoir $NaHSO^2$ ou $Na^2S^2O^4$.

» 4° J'ai trouvé maintenant, d'accord avec le savant français, qu'il est

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 374; *Journal de Pharmacie*, 3e série, t. XXXVI, p. 122.

possible de préparer des solutions d'hydrosulfite par l'action de Zn sur $NaHSO^3$, sans qu'il se sépare un dépôt cristallin, après quinze ou trente minutes. Pour cela, j'ai opéré dans des solutions plus diluées qu'auparavant. Mais mon soupçon, que la réaction ne se terminerait pas en quinze ou vingt minutes, s'est trouvé confirmé, comme le montrent, par exemple, les analyses suivantes :

» Une solution de (a), $2^{gr},926$ $NaHSO^3$, dans 500^{cc} H^2O (b), concentration quadruple, fut traitée avec Zn. En titrant par le sulfate de cuivre ammoniacal, ils se trouvent transformés en hydrosulfite :

(a).	Pour 100 du soufre total.	(b).	Pour 100 du soufre total.
Après 37^m	30,3	Après 45^m	39,2
» 48^m	32,1	» 1^h30^m	45,5 [2]
» 57^m, 90^m, 100^m	39,1 (en moy.)	» 5^h30^m	50,9 [3]
» 61^h	58,1 [1].	» 22^h40^m	55,3 [4]

» Après deux heures de contact avec le zinc, 15^{cc} de la solution (a) exigeaient $24^{cc},2$ d'une solution d'iode, de laquelle $19^{cc},38$ avaient été nécessaires avant la réaction. Proportion $= 4 : 5$. Après seize heures, la proportion se trouverait $= 3 : 4$.

» Une quantité d'autres analyses, exécutées dans des solutions plus concentrées, soumises à l'influence du zinc pendant une heure et demie à deux heures, montrent que, généralement, 50 à 60 pour 100 du soufre sont transformés en hydrosulfite.

» Le savant français n'a pas remarqué ce point, et cela s'explique, puisqu'il a employé le permanganate. Je ne veux pas encore me prononcer sur l'équation de la réaction, parce qu'il ne me semble pas encore permis de choisir entre les deux proportions $3 : 4 (= 66\frac{2}{3}$ pour 100) ou $4 : 5 (= 50$ pour 100), et parce que, pour le dépôt cristallin, il n'est pas encore prouvé qu'on doive adopter la formule $ZnSO^3 + Na^2SO^3$, comme le veut M. Schützenberger. Une analyse préliminaire m'a montré qu'on obtient, dans le cas de la deuxième analyse donnée ci-dessus, un corps de la composition

$$Zn = 52,94; \quad Na = 1,71; \quad \text{S à l'état de } SO^2 = 9,95,$$

représentant un sulfite *basique* de zinc (et de Na?). L'équation de la réac-

---

(1) Un peu de substance solide était séparé à ce moment.

(2) Peu.

(3) Plus.

(4) Beaucoup de dépôt de cristallin formé.

tion, que j'ai donnée, était seulement [comme je l'ai dit déjà ([1])] une transformation de l'équation de M. Schützenberger, qui prenait comme base le sel prétendu $ZnSO^3 + Na^2SO^3$.

» Quand on aura trouvé la composition véritable de ce corps, il ne sera plus difficile de former une équation remplissant toutes les conditions ([2]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissolution de l'argent en présence des iodures alcalins.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Debray.

« Dans un Mémoire sur l'oxydation spontanée du mercure et des métaux (*Comptes rendus*, t. XCI, p. 871), M. Berthelot a montré que certains métaux sont capables, conformément aux règles de la Mécanique chimique, de se combiner directement à l'oxygène de l'air, et que la réaction peut devenir beaucoup plus rapide si l'on fait intervenir un corps susceptible de s'unir avec dégagement de chaleur au composé qui doit prendre naissance. Les faits qui suivent se reproduisent précisément dans ces dernières conditions.

» L'argent, dont la chaleur d'oxydation est très faible, ne s'altère pas d'une manière appréciable, quand on le met, à la température ordinaire, au contact d'oxygène humide ou sec; il n'en est plus de même lorsqu'on fait intervenir les iodures alcalins. Si l'on introduit une lame d'argent dans une dissolution d'iodure de potassium à 5 pour 100 par exemple, et qu'on abandonne le tout au contact de l'air, on voit, au bout de quelques jours, le métal se recouvrir de points brillants qui grossissent lentement, deviennent des cristaux dont les dimensions varient avec la concentration de la liqueur, et qui sont de l'iodure d'argent pur. Quand la dissolution est plus concentrée (12 d'iodure pour 100 d'eau), une lame d'argent qu'on y abandonne se recouvre peu à peu de cristaux, et au bout de six mois, sans avoir changé de forme, elle est transformée en une matière friable qui se brise par le plus léger contact. Ce n'est plus en effet qu'un agrégat

---

([1]) *Annalen der Chemie*, 208, 175.

([2]) A la fin de sa Note, M. Schützenberger tend à écarter la force démonstrative de mes résultats, par l'hypothèse que, sous l'action du chlorure de baryum, il se forme un sel double ou un composé de sulfite et d'hydrosulfite (de sa formule), donnant les rapports $S^2O^4H^2$. M. Schützenberger maintiendra-t-il son assertion, et pourra-t-il rendre vraisemblable qu'un sulfite, qui ne peut pas être séparé d'un autre sel par un agent chimique (le $BaCl^2$), s'en laisse séparer par un agent physique (l'alcool), comme le veut sa méthode de préparation du sel à l'état sec?

de cristaux d'iodure d'argent accolés les uns aux autres ; tout le métal s'est transformé en iodure, et s'il en reste quelques parcelles, c'est que les cristaux qui les recouvraient les ont protégées mécaniquement contre tout contact avec le liquide environnant. On se rend facilement compte de ce qui se passe dans ces circonstances : le faible dégagement de chaleur ($3^{cal},5$) qui accompagne la combinaison de l'oxygène et de l'argent ne permet qu'une oxydation excessivement lente de ce métal, si même elle s'effectue, mais les choses sont entièrement modifiées quand l'oxyde qui peut se former se trouve en présence d'iodure de potassium. En effet, la réaction de cet oxyde sur l'iodure

$$\text{AgO solide} + \text{KI dissous} = \text{KO, HO dissous} + \text{AgI solide} + 18^{cal},4$$

est exothermique, d'où résulte une absorption de l'oxygène par l'argent au contact de l'iodure alcalin ; il se produit de l'iodure d'argent, qui, peu soluble dans une solution étendue d'iodure de potassium, la sature très vite, et dès lors se dépose en cristaux sur la lame métallique en commençant par les points qui présentent quelques aspérités.

» Cette réaction a lieu avec les dissolutions très étendues comme avec les plus concentrées ; avec une liqueur à 1 pour 100 d'iodure de potassium, les cristaux sont microscopiques, le liquide n'en dissout que des traces, et l'eau n'y donne aucun précipité. Les cristaux deviennent plus gros à mesure que la teneur en iodure alcalin augmente, et, quand elle devient de 5 pour 100 environ, elle se trouble légèrement par l'addition d'un excès d'eau. Il est à remarquer qu'aux points où l'action de l'air est la plus facile, l'attaque marche le plus vite. Si, par exemple, la lame métallique sort en partie du liquide, au lieu d'y être totalement plongée, on la voit bientôt s'amincir, puis se couper, à la surface de la dissolution, là précisément où l'accès simultané de celle-ci et de l'oxygène de l'air a lieu avec la plus grande facilité. La présence de l'oxygène est du reste indispensable à la réaction, et il est aisé de l'établir ; pour cela, prenons une liqueur renfermant 40 parties d'iodure de potassium pour 100 d'eau, et partageons-la en deux moitiés ; si, après avoir fait bouillir l'une d'elles pour en chasser l'air dissous, on l'enferme avec une lame d'argent dans un vase hermétiquement fermé, tandis que l'autre est abandonnée avec une lame toute semblable au contact de l'air, les deux flacons étant à côté l'un de l'autre, soumis aux mêmes variations de température, on constate qu'au bout de six mois la feuille d'argent a disparu dans le second, alors que dans le premier elle demeure inaltérée.

» L'oxydation de l'argent et sa transformation en iodure donnent lieu à la formation d'une quantité correspondante de potasse, qui attire l'acide carbonique de l'air et se transforme en carbonate; la liqueur est donc toujours alcaline, plus ou moins selon son degré de concentration; du reste, le carbonate alcalin ne joue ici aucun rôle : il ne peut décomposer l'iodure d'argent, car on a

$$\text{Ag I sol.} + \text{CO}^2\,\text{KO dissous} = \text{Ag O CO}^2\ \text{sol.} + \text{KI dissous} : \ -21^{\text{cal}}, 8.$$

» Le système du premier membre correspond au plus grand dégagement de chaleur, et par suite aucune réaction secondaire ne vient compliquer le phénomène.

» Nous avons dit que des cristaux d'iodure d'argent se déposent sur la lame, à mesure que la réaction s'effectue; il n'en est pas toujours ainsi. La solubilité de l'iodure d'argent dans l'iodure de potassium s'accroît à mesure que les solutions sont plus concentrées, de sorte que l'eau y produit un précipité de plus en plus abondant, et dans les liqueurs concentrées aucun cristal ne se forme. Si la lame d'argent ne venait à disparaître, on pourrait croire qu'il n'y a aucune action. Ces liqueurs, qui donnent par l'eau un abondant précipité, renferment non seulement de l'iodure d'argent dissous, mais aussi des combinaisons en partie dissociées de ce corps avec l'iodure de potassium. On prépare facilement un de ces composés avec une solution concentrée et froide de ce dernier sel, qu'on sature d'iodure d'argent à 70° environ, puis qu'on évapore jusqu'à ce qu'une pellicule apparaisse à la surface. On obtient ainsi une solution sirupeuse, brune, qui, en se refroidissant, abandonne des prismes incolores transparents et brillants, dont la composition répond à la formule AgI, SKI, HO. Ces cristaux sont déliquescents et peu altérables à la lumière; l'eau les décompose suivant les lois habituelles, en précipitant de l'iodure d'argent. Soumis à l'action de la chaleur ils deviennent jaunes, puis fondent, au-dessous du rouge, en un liquide jaune clair. Celui-ci se prend par refroidissement en une masse jaune qui redevient blanche à la température ordinaire.

» L'oxydation de l'argent à l'air s'effectue avec l'iodure de sodium tout aussi bien qu'avec celui de potassium : elle est d'autant plus rapide qu'on opère à température plus haute; elle a lieu de même, et pour les mêmes raisons, avec les bromures et les chlorures alcalins dissous.

» M. H. Sainte-Claire Deville a fait voir que l'argent décompose l'iodure de potassium fondu dans un creuset de porcelaine; le potassium mis en liberté s'oxyde en partie, et enlève la silice du creuset, tandis que le reste

agit en réduisant du silicium (*Comptes rendus*, t. XLII, p. 894). Si l'on opère au contact de l'air, il n'en est plus de même: l'oxydation peut encore se produire, hors de la présence de l'eau et à une température à laquelle l'oxyde d'argent se décompose. Si l'on place en effet dans un creuset de porcelaine une lame mince d'argent avec de l'iodure de potassium et qu'on fonde ce dernier en assurant l'arrivée de l'air dans l'appareil, on voit bientôt la surface du métal perdre son pôle et s'attaquer. L'action est surtout vive dans la partie du creuset qui renferme un mélange de vapeur d'iodure de potassium et d'acier; de l'iodure d'argent se forme avec de la potasse; il se dissout dans l'iodure alcalin non attaqué, et peu à peu la lame d'argent disparaît en totalité; on sait que dans des circonstances analogues le sel marin fondu attaque lui aussi l'argent, avec formation de chlorure et d'alcali.

» Le mercure se décompose comme l'argent. Au contact de l'air il attaque les solutions d'iodures alcalins, en formant de l'iodure de mercure qui se dissout, tandis que la liqueur devient alcaline. Quant à l'or, il ne donne lieu à rien d'analogue; il n'est pas attaqué davantage par l'oxygène de l'air au contact de l'iodure de potassium en fusion. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'éther glycérique et sur la transformation de l'épichlorhydrine en alcool propylique normal.* Note de M. **R.-D. Silva**, présentée par M. Debray.

« Quand on prépare l'alcool allylique en chauffant ensemble la glycérine et l'acide oxalique, il se forme un résidu noir assez abondant duquel M. von Gegerfelt sépara un liquide bouillant vers 170°, dont la composition répondait à la formule $C^6H^{10}O^3$ et auquel il donna le nom d'*éther glycérique* (¹). Ayant préparé une certaine quantité d'alcool allylique par la méthode de MM. Tollens et Henninger, et m'étant un peu écarté des indications données par ces savants chimistes, j'ai cru devoir examiner le résidu de cette préparation. Par des distillations fractionnées, j'en ai obtenu une très grande quantité de liquide passant de 169° à 171°, et des quantités relativement faibles qui passaient à la distillation depuis 171°

(¹) Les premiers, MM. Linnemann et von Zotta ont donné le nom d'*éther glycérique* à un des produits de l'action du chlorure de calcium sur la glycérine de la formule $C^6H^{10}O^3$, mais qu'ils avaient supposé identique avec la monallyline de M. Tollens (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. VIII du supplément, p. 254; 1871.

jusqu'à un peu au-dessus de 200°. Dans ces derniers liquides, il semblait exister un produit particulier bouillant de 185° à 190°. En effet, ces liquides n'étant que partiellement solubles dans l'eau, j'ai pu en séparer une substance huileuse, douée d'une odeur forte et désagréable, bouillant vers 190°, d'une densité, à zéro, égale à 1,081 et qui m'a donné à l'analyse 67,77 pour 100 de carbone et 7,94 d'hydrogène. Je considère donc les parties du résidu de la préparation de l'alcool allylique qui passent de 175° à 200° comme étant un mélange du produit principal (celui qui bout à 169°-171°) et de cette matière huileuse dont je ne connais pas encore la nature, mais qui est un corps saturé.

» Le produit principal de ce résidu, bouillant à 169°-171°, est un liquide un peu épais, incolore et presque inodore, soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Il est inflammable. Sa densité à zéro est égale à 1,1453; sa composition élémentaire répond à la formule $C^6H^{10}O^3$.

» Traité par l'acide chlorhydrique et par le perchlorure de phosphore, il se prend en une masse épaisse très foncée, soluble dans l'eau, dont on n'a pu rien retirer. Il ne se combine avec le brome que par voie de substitution; il fixe facilement le chlorure d'acétyle en donnant lieu à plus d'un composé. Il réduit la dissolution ammoniacale d'acétate d'argent, celles des chlorures d'or et de platine et ramène au minimum de combinaison les dissolutions des chlorures ferrique et mercurique. Il précipite en rouge la dissolution cupropotassique de Fehling (¹). Le corps dont il est question ici n'est autre que l'éther glycérique de M. von Gegerfelt; mais sa fonction d'éther proprement dit n'a été établie par aucune réaction caractéristique. C'est à cette circonstance qu'il faut attribuer les deux arrangements de la formule $C^6H^{10}O^3$

I.	II.
$CH^2\text{-}O\ \ CH^2$ $\mid \qquad\ \ \mid$ $CH\ \text{-}O\text{-}CH$ $\mid \qquad\ \ \mid$ $CH^2\text{-}O\text{-}CH^2$	$CH^2O \quad CH^2$ $\mid \qquad\ \ \mid$ $CH \quad\ \ CH$ $\mid\ \rangle O \ \ \mid\ \rangle O$ $CH^2 \quad\ \ CH^2$

proposés par M. von Gegerfelt pour représenter la formule rationnelle de ce curieux composé (²). Le premier en fait l'oxyde du radical triatomique CH^2CHCH^2 glycéryle, l'éther proprement dit de la glycérine; le second,

---

(¹) Quelques-unes de ces propriétés avaient déjà été constatées par de Gegerfelt, par Linnemann et Zotta et par le professeur Tollens.

(²) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. IV, p. 921; 1871.

l'oxyde de cet anhydride imaginé par M. Reboul, le glycide, isolé d'une manière si élégante par M. Hanriot. Quoique M. von Gegerfelt ait cru que la seconde formule est la vraie formule rationnelle de l'éther glycérique, j'ai pensé, au contraire, que seule la première lui est applicable. Si les choses sont réellement ainsi, l'éther glycérique étant refroidi à zéro et soumis, dans des conditions convenables, à l'action du gaz iodhydrique, il doit se produire de la glycérine et un iodure d'allyle deux fois iodé $CH^2ICHICH^2I$, qui se convertira en iodure d'isopropyle sous l'influence du même gaz iodhydrique [1]. C'est ce que l'expérience a confirmé.

» Les considérations théoriques auxquelles j'ai été conduit en envisageant la formule de l'oxyde du glycide m'ont engagé à étudier l'action du gaz iodhydrique sur l'épichlorhydrine, sur laquelle M. Reboul n'a fait agir que la dissolution plus ou moins concentrée de l'acide qui la convertit en une chloro-iodhydrine.

» Quand on fait passer le gaz iodhydrique sur l'épichlorhydrine maintenue à zéro, le gaz est absorbé avec énergie. Le produit devient épais, tout en restant incolore. Le gaz iodhydrique continuant à passer, le produit se colore de plus en plus par de l'iode mis en liberté ; la température s'élève considérablement, et il s'échappe un liquide très volatil. La chloro-iodhydrine provenant de l'épichlorhydrine étant le composé dit symétrique $CH^2ClCHOHCH^2I$, les phénomènes que je viens de décrire étaient, en quelque sorte, les précurseurs de la transformation de l'épichlorhydrine en chlorure de propyle normal, en vertu des réactions

$$(1)\qquad \underbrace{CH^2Cl\,CH\,CH^2}_{\diagdown O \diagup} + HI = CH^2Cl\,CHOH\,CH^2I,$$

$$(2)\qquad CH^2Cl\,CHOH\,CH^2I + 2HI = CH^2Cl\,CH^2\,CH^3 + 2I.$$

» En établissant les appareils de façon à recueillir le produit volatil, j'ai constaté qu'il était constitué par du chlorure de propyle normal. Les résultats de cette expérience constituent un passage aussi net que facile de la glycérine en alcool propylique normal.

» Dans la dernière expérience que j'ai effectuée sur 100^{gr} d'épichlorhydrine, j'ai obtenu 35^{gr} de chlorure de propyle bouillant entre 46° et 48°.

» J'ai constaté dans cette réaction un fait assez curieux, sur lequel j'es-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 325, 1875; *Bulletin de la Société chimique*, t. XXIV, p. 432.

père avoir l'occasion de revenir : c'est aussi la formation d'une petite quantité d'iodure de propyle normal. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcool pyruvique et ses dérivés.* Note de M. L. **Henry**, présentée par M. Wurtz.

« L'hydratation des composés propargyliques présente de l'intérêt à un double point de vue : elle permet d'abord de compléter les relations qui existent entre ces composés et les dérivés de l'acétone; elle doit avoir ensuite pour résultat de fournir l'alcool pyruvique et ses divers éthers.

$$\begin{array}{l} CH^2\text{-}OH \\ | \\ C \\ ||| \\ CH \end{array} \qquad \qquad \begin{array}{l} CH^2\text{-}OH \\ | \\ CO \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

$$+ H^2O =$$

$$\begin{array}{l} CH^2\text{-}OC^2H^5 \\ | \\ C \\ ||| \\ CH \end{array} \qquad \qquad \begin{array}{l} CH^2(OC^2H^5) \\ | \\ CO \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

» J'ai fait connaître, il y a une dizaine d'années, l'acétate pyruvique $CH^3\text{-}CO\text{-}CH^2(C^2H^3O^2)$, produit de l'action de l'acétone monochlorée sur l'acétate potassique, mais je ne suis pas parvenu à le transformer dans l'alcool correspondant; ceux qui se sont occupés après moi de ces composés n'ont pas été plus heureux.

» Ces considérations montrent combien vivement je désirais parvenir à hydrater les composés propargyliques.

» Le seul agent propre à fixer les éléments de l'eau sur les composés acétyléniques, renfermant le système $\text{-}C\equiv C\text{-}$, était, jusque dans ces derniers temps, l'acide sulfurique; j'étais occupé récemment à examiner son action sur les dérivés propargyliques, lorsqu'un chimiste russe, M. Kutscheroff, fit connaître une nouvelle méthode d'hydratation des composés tétravalents $\text{-}C\equiv C\text{-}$, à savoir l'action du bromure mercurique ([1]). On comprend que je me sois empressé de soumettre les composés propargyliques au nouveau réactif hydratant.

» L'expérience a pleinement répondu à mon attente.

([1]) *Bulletin de la Société chimique de Berlin*, 1881, p. 1540.

» L'éther propargylique, que j'ai spécialement examiné jusqu'ici, se combine aisément et vivement avec l'eau en présence du bromure mercurique; il suffit de chauffer pendant quelques instants au bain d'eau pour déterminer une réaction énergique avec un dégagement de chaleur dont j'ai été surpris.

» Il résulte de là l'oxyde d'*éthyl-pyruvyle* $CH^3 - CO - CH^2 (OC^2H^5)$.

» C'est un liquide incolore, d'une odeur fraîche, *sui generis*, d'une saveur brûlante, soluble dans l'eau et bouillant à 128°; sa densité à 18° est 0,92. Densité de vapeur trouvée 3,36, calculée 3,52.

» Ce corps est isomère avec le *propionate d'éthyle* $CH^3 - CH^2 - CO(OC^2H^5)$, lequel bout à 100° et en diffère totalement par ses propriétés.

» L'hydratation que subit l'acétate de propargyle $C^3H^3 (C^2H^3O^2)$ par le bromure mercurique m'a paru plus énergique encore; il en résulte l'*acétate pyruvique* $CH^3 - CO - CH^2 (C^2H^3O^2)$, identique avec le produit que j'ai fait connaître antérieurement [1].

» Il en est de même de l'alcool propargylique $C^3H^3 - OH$, qui m'a fourni l'*alcool pyruvique* $CH^3 - CO - CH^2 (OH)$, sur lequel je me propose de revenir ultérieurement d'une manière spéciale; la quantité d'alcool propargylique dont je disposais était faible : elle ne m'a pas permis d'obtenir une quantité d'alcool pyruvique suffisante pour déterminer d'une manière précise les propriétés de ce produit remarquable.

» Tous ces composés pyruviques, notamment l'alcool et l'acétate, jouissent d'un pouvoir réducteur énergique sur les solutions métalliques, en présence des alcalis, *dès la température ordinaire*, réduction instantanée des solutions cuivriques en hydroxyde cuivreux; réduction totale des solutions argentiques, mercuriques, etc.

» Il n'y a pas de doute que le *dipropargyle* ne fournisse, par une hydratation double, la *diacétone hexylique* $CH^3 - CO - CH^2 - CH^2 - CO - CH^3$. Je n'ai pas pu constater ce fait, cet hydrocarbure me faisant défaut pour le moment.

» On voit par là quels services est appelée à rendre la nouvelle méthode d'hydratation des composés acétyléniques à laquelle M. Kutscheroff a été amené dans ses études sur le bromure de vinyle. »

---

[1] *Bulletin de la Société chimique de Berlin*, t. V, p. 965; 1872.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la triéthylamine sur l'épichlorhydrine. Composés de l'oxallyltriéthylammonium.* Note de M. E. REBOUL, présentée par M. A. Wurtz.

« L'épichlorhydrine $\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH \\ | \\ CH^2Cl \end{matrix}\!\!>O$ contenant un groupe CH^2Cl doit, suivant les idées émises dans les Notes précédentes et confirmées par l'expérience, se comporter vis-à-vis de la triéthylamine comme un éther à hydracide d'alcool primaire, c'est-à-dire fournir un chlorure d'ammonium quaternaire oxygéné $ClAz\left[\begin{matrix}(C^2H^5)^3 \\ CH^2-CH-CH^2 \\ \diagdown O \diagup\end{matrix}\right]$, mais qui ne contient pas son oxygène sous forme d'hydroxyle, comme ceux qui sont donnés par l'action des ammoniaques tertiaires sur les monochlorhydrines glycoliques. C'est en effet ce qui a lieu [1].

» L'épichlorhydrine et la triéthylamine, mélangées à volumes égaux, agissent déjà l'une sur l'autre avant 100°. Le mélange, limpide à froid et enfermé dans un tube scellé, se trouble fortement avant l'ébullition de l'eau du bain-marie dans lequel on le plonge. On voit ensuite se séparer peu à peu une couche huileuse intérieure, jaunâtre, dont le volume augmente avec le temps. Au bout de huit heures de chauffe, la couche sirupeuse, très épaisse, rougeâtre par transmission, verdâtre par réflexion, mais limpide, occupe environ les trois quarts du volume total. Ce sirop ne donne aucun indice de cristallisation, lorsqu'on le refroidit à — 20° pendant un quart d'heure; il conserve sa transparence, tout en prenant une consistance demi-solide. Il ne cristallise pas non plus dans le vide sur l'acide sulfurique. L'eau chaude le dissout rapidement, en laissant comme résidu une assez faible quantité d'une huile rouge brun, qui exhale fortement l'odeur de l'épichlorhydrine et qui devient poisseuse ou semi-résineuse par le refroidissement ou le contact de l'eau froide. On filtre et on évapore au bain-marie jusqu'à consistance sirupeuse. Abandonné dans

---

[1] M. Hofmann avait montré, dès 1861 (*Comptes rendus*, t. LIV), que le monochloracétate d'éthyle (qui contient le groupe CH^2Cl) s'unissait à la triéthylamine pour former un chlorure d'ammonium quaternaire contenant, à la place de l'hydrogène, 3^{at} d'éthyle et le résidu de l'éther monochloracétique ayant perdu son atome de chlore.

le vide sec pendant plusieurs jours, ce sirop ne cristallise pas. C'est le chlorure d'oxallyltriéthylammonium, dont la formule a été donnée plus haut.

» *Chloroplatinate* $\mathrm{Cl, Az}\left[\begin{matrix}(\mathrm{C^2H^5})^3 \\ \mathrm{CH^2\text{-}CH\text{-}CH^2} \\ \diagdown \mathrm{O} \diagup\end{matrix}\right]^2$, $\mathrm{PtCl^4}$. — Le chlorure platinique ne précipite pas la solution du chlorure précédent, même assez concentrée; mais, si l'on évapore en consistance presque sirupeuse, le chloroplatinate cristallise par refroidissement : on le purifie en le redissolvant dans l'eau bouillante et faisant de nouveau cristalliser; mais il vaut mieux le précipiter par l'alcool absolu, qui le sépare à l'état d'une poudre jaune à peu près de la nuance du chloroplatinate ammonique. Presque insoluble dans l'alcool absolu, même bouillant, il se dissout au contraire facilement à chaud dans l'alcool à 85 pour 100, qui l'abandonne par refroidissement sous la forme d'aiguilles jaune-orangé. Soluble dans l'eau froide, il l'est beaucoup plus dans l'eau bouillante. Les analyses du sel cristallisé de l'eau, de l'alcool ordinaire, ou précipité par l'alcool absolu, ont donné :

	Expériences.			
	I.	II.	III.	Théorie.
Platine	27,1	27,1	27,2	27,1
Chlore	29,5	29,4	»	29,3

» La décomposition du chlorure d'oxallyltriéthylammonium en solution aqueuse, par l'oxyde d'argent récemment précipité, se fait déjà à froid et marche rapidement à une douce chaleur. La solution alcaline obtenue, filtrée, puis concentrée au bain-marie d'abord et finalement dans le vide, fournit un sirop épais, notablement coloré, incristallisable. Il jouit de propriétés alcalines énergiques, précipite la chaux du chlorure de calcium, absorbe rapidement l'acide carbonique et sature les acides à la façon des hydrates d'ammoniums quaternaires.

» Le *sulfate* s'obtient en neutralisant l'hydrate par l'acide sulfurique étendu, concentrant par la chaleur, puis dans le vide, sur l'acide sulfurique. On l'obtient ainsi sous la forme de cristaux très déliquescents, extrêmement solubles aussi dans l'alcool absolu.

» Le *nitrate* a été préparé, par double décomposition, avec le chlorure et une solution de nitrate d'argent. Il se dépose peu à peu par évaporation dans le vide, à l'état de cristaux lamellaires d'aspect soyeux, déliquescents, fort solubles dans l'alcool absolu. »

ZOOLOGIE. — *Evolution biologique du puceron de l'aulne* [1] (Vacuna alni *Schrank*). Note de M. J. **Lichtenstein**.

« Parmi les Aphidiens, il existe un petit groupe d'insectes qui se distingue, au premier coup d'œil, de tous les autres, par le port des ailes. Au lieu d'être en toit, ce qui est la règle, ces organes sont à plat sur le dos, comme chez les mâles des Coccidiens.

» Le Phylloxera en est le type le plus connu. J'ai déjà, depuis une dizaine d'années, tracé le cycle évolutif de ce genre, en montrant le Phylloxera du chêne avec deux formes aptères et deux formes ailées, le Phylloxera de la vigne avec trois formes aptères et une seule forme ailée, et le *Phylloxera acanthochermes* toujours aptère.

» Après le genre Phylloxera, qui n'a que trois articles aux antennes, deux autres genres seulement portent les ailes à plat; ce sont : les *Aploneura*, avec six articles aux antennes, et les *Vacuna*, avec cinq articles aux antennes.

» On ne connaissait qu'une espèce du genre *Aploneura:* c'était le puceron du lentisque (*A. lentisci*); j'en ai découvert les sexués chez une seconde, aux racines des graminées : je considère cette seconde espèce comme une forme de celle du lentisque, croyant à une migration du lentisque aux graminées, comme à celle du Phylloxera du chêne blanc au chêne vert, et *vice versa*.

» Restait à étudier les *Vacuna*, dont on connaît deux espèces, *V. dryophila* sur le chêne, *V. alni* sur l'aulne et le bouleau.

» La *Vacuna dryophila* vit sur le chêne vert et sur le chêne blanc, sans que j'aie encore pu constater s'il y a migration régulière; mais, en tout cas, en décembre, une forme *ailée* arrive sous les feuilles du chêne blanc (*Quercus pubescens*) et y pond des sexués, mâle et femelle, qui, après avoir mué, s'accouplent. Cette forme ailée est ce que j'ai appelé *Pseudogyne pupifère*. La femelle fécondée pond, autour des bourgeons du chêne, des œufs d'un noir brillant, sans enveloppe. Ces œufs éclosent au printemps.

» La *Vacuna alni*, d'après les auteurs (de Gier, Kaltenbach, Koch), naît

---

[1] Il y a aussi sur l'aulne un autre puceron, *Aphis alni* de Kaltenbach, Koch, etc., qui est un *Aphis* vrai à sept articles aux antennes et qui a été mis par Passerini dans le genre nouveau *Pterocallis*. Je n'ai voulu étudier ici que le genre de puceron à ailes à plat, voisin du Phylloxera, avec lequel il a été même confondu quelquefois.

au printemps sous la forme d'un puceron fondateur vert et pond des petits qui prennent des ailes en juin.....

» Je ne connais pas ces deux formes, qui sont mes *Pseudogynes fondatrices* et *émigrantes*, mais en juillet j'ai trouvé, à Luchon, un gros puceron, aptère, d'un rouge de brique, avec une ligne médiane et quatre traits blancs (deux aux épaules, deux aux nectaires), qui pondait, le long des tiges et sous les feuilles, des petits de couleur verte, de deux dimensions. Habitué, à présent, à ces formes sexuées aptères, j'ai immédiatement soupçonné que ce gros puceron rouge était la forme *pupifère*, quoiqu'elle fût aptère.

» Effectivement, très peu de jours après, et à la suite de quelques mues très promptes, j'ai vu les petits individus devenir des mâles actifs, courant à la recherche des femelles et s'accouplant. La *Pseudogyne pupifère*, aptère et rouge, a $1^{mm},10$ de longueur; la femelle verte a 1^{mm} de longueur, et laisse voir par transparence un gros œuf dans son abdomen.

» Le mâle, vert aussi, a $0^{mm},66$ de longueur; en pressant très légèrement l'abdomen, on voit sortir le pénis, de la forme habituelle de celui des Aphidiens.

» Après l'accouplement, on voit apparaître chez la femelle, sur les deux côtés de l'abdomen, une sécrétion brillante, d'un blanc nacré : cela indique que la ponte va avoir lieu. Effectivement, deux ou trois jours après, l'œuf est pondu, et la femelle le garnit tout autour de l'enduit nacré qui suinte de son abdomen, non pas comme filament, mais sous forme de petites lames cireuses. En tube, ces œufs ont été placés sur le bouchon du tube; je n'ai pas vu la ponte en liberté.

» La découverte des formes sexuées de la *Vacuna alni* complète la connaissance de ces formes chez toutes les espèces connues des Aphidiens portant les ailes à plat.

» Chez les *Phylloxera Aploneura,* les sexués n'ont pas de rostre, cependant ils grossissent et subissent au moins une et peut-être plusieurs mues. Chez les *Vacuna,* les sexués ont un rostre et se nourrissent. Ils se rapprochent par là du genre *Schizoneura*, dont plusieurs espèces ont des sexués à rostre. Il est curieux de voir parallèlement, dans les genres *Vacuna* et *Phylloxera*, des espèces à forme *pupifère ailée* à côté d'autres à forme *pupifère aptère*.

» Mais, en tout cas, rien ne serait plus dangereux que de vouloir juger par analogie chez ces bizarres animaux. A voir les deux *Vacuna* à côté l'une de l'autre, on croirait voir le même insecte; or l'une pond en août,

l'autre en décembre; l'une a la forme pupifère aptère, l'autre ailée; l'une n'a pas de sécrétion, l'autre exsude des plaques nacrées.

» Il reste donc encore bien des observations à faire, avant d'oser entreprendre la classification des Aphidiens au point de vue biologique. »

CHIMIE. — *Observations sur un nouvel énoncé de la deuxième loi de Gay-Lussac, concernant les combinaisons des gaz.* Note de M. **Garcia de la Cruz.**

« M. Verschaffel a énoncé [1] la proposition suivante : *L'espace occupé par un composé gazeux est toujours le double de l'espace occupé par celui des composants qui entre sous un volume moindre dans la combinaison.* Cet énoncé comprend les règles de contraction relatives aux cas où les volumes des composants sont égaux, ou se trouvent dans le rapport de 1 à 2; mais je demande à l'Académie la permission d'indiquer quelques-unes des exceptions, assez nombreuses, qu'il devrait comporter.

» *Phosphamine.* — Le volume occupé par cette substance est le quadruple de celui de la vapeur de phosphore.

» *Arsénamine.* — Son volume est aussi le quadruple de celui de la vapeur de l'arsenic qu'elle contient.

» *Ethylène bichloré* (liqueur des Hollandais). — Sa vapeur occupe le même volume que l'un quelconque de ses composants, chlore et éthylène.

» *Trichlorure de phosphore.* — Sa vapeur occupe un volume égal au quadruple de celui de la vapeur du phosphore.

» *Anhydride arsénieux.* — La formule de sa vapeur, récemment établie, est As^4O^6; son volume est égal à celui de la vapeur d'arsenic qu'il contient, et non pas double.

» Les mêmes observations peuvent être appliquées à l'*oxyde d'antimoine*, Sb^4O^6.

» Le *chlorure mercurique* en vapeur occupe le même volume que l'un quelconque de ses composants.

» En outre, la densité théorique de beaucoup de substances considérées à l'état gazeux, densité déduite de leurs formules, est en contradiction avec la loi énoncée. Exemples : *anhydride nitreux*, *anhydride nitrique*, *anhydride chloreux*.

» D'ailleurs, il se trouve un certain nombre de substances simples qui présentent à l'état de gaz deux densités différentes, dans des rapports sim-

(1) *Comptes rendus*, 28 février 1881, t. XCII, p. 476.

ples, de 2 à 3, de 3 à 1, de 2 à 1, et quoique l'une de ces densités seule ait été appelée *normale*, l'autre n'a certainement rien d'anormal. L'oxygène nommé ordinaire, l'ozone, la vapeur de soufre, de sélénium, de brome et d'iode (¹), à différentes températures, le gaz chlore, sous différentes températures, nous offrent des changements de densité qu'on explique en admettant que leur molécule pourrait être formée par un nombre différent d'atomes. Il faudrait donc, pour appliquer à ces cas la règle dont il est question, y adjoindre un complément indiquant à laquelle de ces deux densités elle se rapporte.

» Il me paraît résulter de ces observations que la loi énoncée par M. Verschaffel est encore moins générale que les lois de contraction qu'on a longtemps admises, et qu'on cesse d'introduire dans les Traités élémentaires, en raison des quelques exceptions qui ont été constatées. »

M. **Ch. Baumfeld** adresse une Note concernant l'application d'un instrument, imaginé par lui pour la division des angles, à la rectification de la circonférence, et, par suite, à la détermination de la surface du cercle.

M. **Ch. de Saillet** adresse une Note relative à une machine aéro-hydraulique, mise en mouvement par une machine à vapeur d'une faible puissance.

M. **P. Laville** adresse une rectification à sa précédente Note, sur un théorème se rattachant à la théorie des nombres.

M. **L. Hugo** adresse une Note portant pour titre « Observations sur les grands nombres ».

M. **E. Delfieu** adresse diverses Notes, concernant : 1° Un appareil électrique destiné à prévenir les asphyxies par l'acide carbonique; 2° Des modifications à apporter à l'appareil Morse, pour lui faire remplir les fonctions d'une sonnerie à mouvement d'horlogerie; 3° Un système particulier de communications, sur les lignes télégraphiques; 4° Le rôle de la Terre dans les transmissions télégraphiques.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

(¹) *Comptes rendus*, séance du 3 janvier 1881. *Note sur la densité de l'iode*, par M. Crafts.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 SEPTEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

OPTIQUE. — *Le spectroscope à vision directe, appliqué à l'Astronomie physique.* Note de M. Ch.-V. Zenger.

(Commissaires : MM. Fizeau, Jamin, Cornu.)

« Le parallélépipède de dispersion se compose de deux prismes identiques, ayant leurs angles réfringents placés en sens inverse, et formant ainsi un parallélépipède *abcd* (¹). Le rayon SO, perpendiculaire à la face *ab* du parallélépipède, émerge de l'autre côté *cd* dans la même direction S_1O sans subir de réfraction, si les indices moyens de réfraction de deux milieux sont égaux.

» Mais, comme je l'ai montré dans un autre Mémoire présenté à l'Académie (²), on peut composer des milieux réfringents, dont l'indice de réfraction pour le rayon rouge A est moindre que celui du crown ou du quartz, tandis que l'indice de réfraction pour le rayon violet H est beaucoup plus grand.

» Le spectre se développe ainsi en éventail et on peut lui donner, comme

(¹) Le lecteur pourra faire la figure, sans aucune difficulté.

(²) *Comptes rendus*, juin 1881.

le montre la Table ci-jointe, des longueurs considérables, jusqu'à 25° et plus, au moyen d'un seul parallélépipède de dispersion.

TABLE DE SPECTROSCOPES A VISION DIRECTE.

» Crown. — Anéthol, benzol, alcool absolu, huile de cassia :

u.	φ.	u.	φ.
60°	4°11',1	60°	7°20',0
65	5. 7,4	65	8.55,6
70	6.24,8	70	11.12,0
75	8.31,3	75	14.37,8
80	12.12,6	80	21.28,0
83	16.33,8		

» Quartz incolore. — Anéthol, benzol, alcool absolu, mélange de 7 : 2 : 1 :

u.	φ.	u.	φ.	u.	φ.
60°	3°54',6	60°	4°51',4	75°	10°28',5
75	14.32,5	65	6.00,0	80	19.54,5
		70	7.41,0	83	réflexion totale du rouge.

» Quartz incolore. — Huile de cassia, benzol, alcool absolu :

u.	φ.
60°	6°55',7
80°	16°16',0

» Quartz incolore. — Huile de cassia :

$$u = 60°, \quad \varphi = 10°33',0.$$

» Crown Bontemps. — Huile de cassia et de térébenthine :

$$u = 60°, \quad \varphi = 6°48',3, \quad u' = 80°, \quad \varphi = 24°34',0.$$

» Crown Bontemps. — Cassia, benzine :

$$u = 60°, \quad \varphi = 7°41',4, \quad u = 80°, \quad \varphi = 24°29',0.$$

» Quartz. — Chlorure de benzoyle :

$$u = 80°, \quad \varphi = 9°3',5.$$

» Lorsque le prisme *abc* est un quartz incolore, et que l'autre est un prisme fluide, formé d'anéthol, de benzine et d'alcool pur, mélangés dans

la proportion de 7 : 2 : 1, on a les indices de réfraction suivants pour le mélange et pour le quartz :

$A = 1,5160$,	$A_1 = 1,5390$,
$D = 1,5307$,	$D_1 = 1,5442$,
$H = 1,5762$,	$H_1 = 1,5582$,

donc $A' > A$, $D' = D$ à peu près, et $H' < H$. Le calcul donne pour la déviation des rayons rouges et violets

$$\sin r = \frac{m}{n}\sin i, \quad i' = u - r,$$

$$r + i' = u, \quad \sin R = m \sin i' = m \sin(u - r).$$

» Le calcul se fait comme suit :

Pour le rayon rouge (A).	Pour le rayon violet (H).
$\log 1,5390 = 0,18724$	$\log 1,5582 = 0,19263$
$\log 1,5160 = 0,18070$	$\log 1,5762 = 0,19762$
$\log \frac{m}{n} = 0,00654$	$\log \frac{m'}{n'} = 9,99501$

» Soit l'angle de réfraction du prisme $u = 80°$:

Rouge.	Violet.
$\log \sin 80° = 9,99335$	$9,99335$
$0,00654$	$9,99501$
$\log \sin r = 9,99989$	$\log \sin r_1 = 9,99836$

$$r = 88°42',5, \quad r_1 = 76°47',5,$$

$$u - r = -8°42',5, \quad u - r_1 = +3°12',5,$$

$\log \sin(-8°42',5) = 9,18013_n$	$\log \sin 3°12',5 = 0,86560$
$\log 1,5160 = 0,18070$	$\log \sin 1,5762 = 0,19762$
$9,36083_n$	$9,06322$

$$R = -13°16',0 \text{ au rouge}, \quad R_1 = +6°38',5 \text{ au violet},$$

$$\varphi = 6°38',5 + 13°16',0 = 19°54',5.$$

» En faisant $u = 83°$, on voit que l'angle du rayon rouge est supérieur à l'angle limite, et que la lumière rouge ne peut pas pénétrer dans le liquide. La même chose arrive quand on diminue la quantité d'anéthol sans changer l'angle du prisme.

» On peut ainsi éliminer de la lumière transmise tous les rayons, à

l'exception des rayons bleus, et voir le Soleil, par exemple, dans la lumière monochromatique bleue, à travers le parallélépipède, ou, sur le côté, dans la lumière monochromatique rouge. En fixant un pareil parallélépipède dans le tube oculaire d'un réfracteur, et en plaçant, au point où l'image du Soleil va se former, un diaphragme de la grandeur de l'image du Soleil, on a l'aspect d'une éclipse solaire artificielle; le Soleil apparaît, sans employer de fente, entouré de protubérances. On peut le photographier par le procédé de M. le capitaine Abney pour la photographie de la partie rouge du spectre solaire.

» On peut également appliquer ces résultats à l'Astronomie physique, quand le prisme est en quartz taillé parallèlement à l'axe optique. On obtient alors deux spectres, en partie superposés.

» En plaçant un prisme de Nicol en avant de la fente, on peut faire disparaître l'un ou l'autre des deux spectres à volonté, et, en mesurant la distance DD_1 au moyen d'un micromètre filaire, on peut déterminer la moindre variation de distance entre les deux images de la raie D, et obtenir ainsi une preuve du déplacement des astres dans l'espace. Ce spectroscope peut remplacer avantageusement le spectroscope à réversion de M. Zöllner.

» D'ailleurs le parallélépipède de 75° (angle des prismes) fait voir la ligne D dédoublée; à l'aide d'une lorgnette grossissant de cinq à dix fois, on peut même voir cinq lignes dans l'espace compris entre D et D_1, ce que permettent seuls les spectroscopes les plus puissants qu'on ait construits jusqu'ici.

» L'intensité et la netteté sont telles, que l'on peut voir les quatre raies du lithium avec beaucoup de netteté. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence de la nutrition sur l'empoisonnement par la strychnine.* Mémoire de **M. G. Delaunay**, présenté par M. Bouley. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi au Concours de Physiologie expérimentale.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats d'expériences que j'ai faites au laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris, avec le concours de M. Wiet, relativement à l'influence exercée par la plus ou moins grande intensité des phénomènes nutritifs sur l'empoisonnement par la strychnine.

» *Constitution.* — Si l'on injecte la même dose de strychnine à deux grenouilles dont l'une est grosse et vigoureuse, l'autre petite et faible, on voit que les phénomènes de l'empoisonnement sont beaucoup plus rapides et surtout plus intenses chez la première que chez la seconde. En cas de guérison, la plus forte revient à la santé avant la plus faible.

Côté. — Les grenouilles sont généralement droitières. Chez une grenouille empoisonnée par la strychnine, le côté droit, qui est le plus développé, est le premier et le plus gravement intoxiqué. Si l'on applique sur les deux membres postérieurs de l'animal un décimètre tombant du côté droit, on voit ce décimètre se relever peu à peu sous l'influence des convulsions plus fortes à droite et tomber définitivement du côté gauche. Si l'on place la grenouille empoisonnée sur le dos, on voit, à chaque accès de strychnisme, le membre antérieur droit s'élever plus haut et retomber plus tôt que l'autre, ce qui prouve que les convulsions sont plus énergiques, mais durent moins longtemps à droite qu'à gauche. Enfin le côté droit revient à l'état normal avant le gauche.

Alimentation. — Une grenouille qui a toujours été bien nourrie est plus sensible à l'action du poison qu'une grenouille anémique qui a jeûné pendant plusieurs semaines.

Exercice musculaire. — Si l'on injecte la même dose de strychnine à deux grenouilles de même grosseur dont l'une a marché et sauté pendant une demi-heure, on voit que cette dernière est plus tôt et plus gravement empoisonnée que l'autre (1).

» Ce qui s'applique à l'organisme entier est applicable à une partie de l'organisme.

» Quand on empoisonne une grenouille dont le membre postérieur gauche a été électrisé pendant vingt minutes, on voit que ce membre, qui est d'ailleurs congestionné, est pris de convulsions un quart d'heure avant l'autre. Ce n'est qu'une demi-heure après l'injection que l'empoisonnement devient égal des deux côtés (2).

---

(1) Cette expérience permet d'expliquer pourquoi un chien qui ne paraît pas incommodé par une piqûre de vipère, quand il est au repos, tombe comme foudroyé quand il est piqué après une journée de chasse.

(2) Cette expérience permet d'expliquer un grand nombre de faits pathologiques, tels que la paralysie saturnine des extenseurs qu'on observe chez les individus qui travaillent surtout des extenseurs, comme les peintres en bâtiment par exemple; les accidents cérébraux qui frappent les élèves de nos Écoles spéciales, atteints de fièvre typhoïde; certaines manifestations

» Mais cette influence de l'électrisation s'exerce entre des limites *minima* et *maxima*. En effet, si l'on fait passer le courant pendant cinq minutes seulement, on n'obtient rien et il en est de même si le courant passe pendant une heure. Le fonctionnement organique n'agit qu'autant qu'il est suivi de réparation et qu'il n'est pas poussé jusqu'à l'épuisement.

» Quand le fonctionnement est postérieur au lieu d'être antérieur à l'injection, il agit de la même façon. En effet, si, après avoir empoisonné également deux grenouilles, on en fait marcher et sauter une, on voit qu'elle est prise de convulsions bien avant l'autre.

» *Position.* — Relativement à la position occupée par l'animal, si l'on donne la même dose de poison à deux grenouilles dont l'une est suspendue par la tête et l'autre par les pieds, on voit les convulsions affecter la grenouille qui a la tête en bas vingt minutes avant l'autre et avec une intensité beaucoup plus grande ([1]).

» *Hémorrhagie.* — Si l'on donne la même dose de strychnine à deux grenouilles dont l'une a été préalablement affaiblie par une saignée, on voit que cette dernière est moins rapidement et moins gravement empoisonnée que la grenouille indemne.

» Au point de vue thérapeutique, si, après avoir empoisonné également deux grenouilles, on en saigne une, on la voit revenir à l'état normal, à mesure qu'elle perd du sang.

» On sait, par les recherches de M. Ch. Richet, que la strychnine à haute dose tue sans donner de convulsions. Si l'on saigne une grenouille ainsi empoisonnée, on voit se produire chez elle les convulsions toniques qui caractérisent le premier degré de l'empoisonnement. En affaiblissant l'animal, on a donc diminué l'empoisonnement, qu'on a fait passer du second degré au premier.

Congestion. — Si l'on provoque une congestion dans une patte de grenouille, en la brûlant avec de l'acide nitrique ou en plantant des épingles à demeure dans la face palmaire, on voit que cette patte est prise de convulsions avant l'autre, et que les convulsions sont plus violentes dans la patte congestionnée. »

---

de la syphilis, comme l'iritis syphilitique observé chez les individus qui lisent beaucoup; les accidents du côté du larynx qui se produisent chez les chanteurs, etc.

([1]) Je suis porté à croire que la position horizontale peut être une cause de mort pour les individus gravement empoisonnés et je me demande s'il ne serait pas bon de les maintenir dans une position verticale, la tête en haut et les pieds en bas, en les plaçant dans des appareils spéciaux.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une Brochure de M. *J. d'Andrade Corvo*, intitulée « Des lignes isogoniques au seizième siècle ». Cette Brochure est transmise à l'Académie par la Légation du Portugal.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Cruls (b 1881), faites à l'Observatoire de Marseille, à l'aide d'un équatorial de* 0^m,26 *d'ouverture;* par MM. **Borrelly** et **Coggia**.

Dates. 1881.	Heures des observations. Temps moyen de Marseille.	Ascension droite de la comète.	Distance polaire de la comète.	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Observateurs.	Étoiles de comp.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Juin 25 (¹)...	9. 1.20	5.42.19,03	37. 5.31,1	+$\bar{1}$,6285	−0,8968	B	1
26 (²)...	11. 4.52	5.47.24,35	33. 9.25,2	+$\bar{2}$,8841	−0,9432	B	2
27 (³)...	9.33.45	5.52. 4,98	30.10.45,9	+$\bar{1}$,7514	−0,8650	B	3
28 (⁴)...	9.14.14	5.58. 0,95	27.10.45,2	+$\bar{1}$,7244	−0,8812	B	4
29 (⁵)...	9.37.39	6. 4.31,66	24.28.18,8	+$\bar{1}$,7647	−0,8734	B	5
Juill. 6......	13.15.16	7.17.56,16	12.21.37,3	−$\bar{1}$,7055	−0,8736	C	6
12......	10.35.24	8.58.49,14	8.29. 5,4	+0,3184	−0,7378	C	7
15......	9.46.31	9.55. 6,39	7.49.35,2	+0,4723	−0,5079	C	8
16......	9.34.26	10.13. 5,63	7.44.20,9	+0,4937	−0,4003	C	9
18......	9.41.39	10.46.48,25	7.42.57,5	+0,5029	−0,3011	C	10
19......	9.33.43	11. 2. 7,50	7.45.45,9	+0,5051	−0,1663	C	11
27......	8.53.52	12.30.57,02	8.51. 8,1	+0,4277	+0,0486	C	12
28......	10.39. 5	12.39.22,53	9. 2.21,0	+0,4392	−0,2319	C	»
30......	9.49.21	12.53.22,46	9.23. 7,5	+0,4222	−$\bar{1}$,2252	C	13

(¹) La comète est superbe; son noyau, qui a une apparence stellaire bien caractérisée, brille comme une étoile de grandeur 1,5. La queue a 20° d'étendue; elle est plus brillante et s'étend plus loin du côté oriental.

(²) L'aspect de la comète a sensiblement varié depuis la veille. Le noyau est plus pâle et d'apparence planétaire. La queue a diminué en longueur et en intensité.

(³) L'aspect de la comète a encore varié depuis la veille; le noyau est plus pâle; il est en outre surmonté de trois aigrettes. La queue mesure tout au plus 15°; la partie orientale est toujours plus brillante et plus longue.

(⁴) Peu de changement depuis la veille. Le noyau est de plus en plus pâle.

(⁵) Depuis la veille, la comète a éprouvé une nouvelle transformation; plusieurs jets brillants s'échappent du noyau vers le Soleil. La queue a plus de 12°.

Dates. 1881.	Heures des observations. Temps moyen de Marseille.	Ascension droite de la comète.	Distance polaire de la comète.	Loc. fact. par. en ascension droite.	en distance polaire.	Obser-vateurs.	Étoiles de comp.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Août 1......	10.22. 7	13. 6. 8,01	9.44.35,7	+0,4098	—1̄,9962	C	14
3......	10. 5.13	13.17.24,95	10. 5.17,9	+0,4369	—1̄,5477	C	»
5	13.29.58	13.28.35,14	10.27.17,4	+0,2284	—0,7519	C	15
11......	9.14.12	13.54.48,15	11.23.33,0	+0,3165	+1̄,9775	C	16
19......	16. 1.35	14.27. 5,05	12.35.22,2	+1̄,3973	—0,8834	C	17

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1881,0.

Numéros d'ordre.	Noms des étoiles.	Grandeur.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
			h m s	° ′ ″	
1..	6249 Arg. OEltzen.	9	5.43.20,87	37.15.25,2	Cat. Arg. OE.
2..	6258 »	8	5.43.52,78	32.59. 5,9	»
3..	6342 »	8	5.49.56,96	30. 7.36,3	»
4..	6457 »	9	5.56.59,17	27.10. 4,5	»
5..	1952 B. A. C.	5,5	6. 0.52,26	24.15.37,1	B. A. C.
6..	7776 Arg. OEltzen	9	7.15. 8,37	12. 7.59,5	Cat. Arg. OE.
7..	542 Arg. OEltz. (circ.)	8	8.49.39,07	8.29.27,4	Cat. Arg. O (circ.).
8..	1484 Carrington	10,3	10. 0.37,26	7.56.27,6	Cat. C.
9..	1541 »	10,1	10.16.58,89	7.43.21,6	»
10..	1628 »	9,7	10.50.56,66	7.40.57,0	»
11..	1651 »	7,5	11. 0.29,06	7.37. 0,6	»
12..	4249 B. A. C.	6	12.30.31,69	9. 5.35,4	B. A. C.
13..	763 Arg. OEltz. (circ.)	8,5	12.55. 8,44	9.26.44,0	Cat. Arg. OE (cir.).
14..	160 Fedorenko (sup^t)	8	13.10.59,28	9.43. 5,0	Cat. Fed.
15..	5590 Washington	5,4	13.25.57,82	10.44.28,8	Cat. W.
16..	5890 »	5,5	14. 9.20,50	11.53.37,4	»
17..	14643 Arg. OEltzen.	9	14.25.59,70	12.39.27,8	Cat. Arg. OE. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Schaeberle* (*c* 1881), *faites à l'Observatoire de Marseille, à l'aide d'un équatorial de* 0^m,26 *d'ouverture;* par M. **Coggia.**

Dates. 1881.	Heures des observations. Temps moyen de Marseille.	Ascension droite de la comète.	Distance polaire de la comète.	Log. fact. par. en ascension droite.	en distance polaire.	Étoile de comp.
	h m s	h m s	° ′ ″			
Juill. 19 (1) ..	14.16.24	5.54.32,36	49.24.44,9	—1̄,7094	—0,8152	1
20....	14.35.30	5.56.32,38	49. 2.11,2	—1̄,7296	—0,7899	2

(1) La comète est très belle; plus brillante au centre; pas de noyau, mais plusieurs points très brillants.

Dates. 1881.	Heures des observations. Temps moyen de Marseille.	Ascension droite de la comète.	Distance polaire de la comète.	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoile de comp.
	h m s	h m s	° ′ ″			
Juill. 22 (1)..	15. 3.38	6. 0.50,22	48.14.20,3	$-\bar{1},7539$	$-0,7445$	3
27 (2)..	15.25. 4	6.14.19,34	46. 0. 4,8	$-\bar{1},7787$	$-0,6897$	4
28 (3)..	14.21.54	6.17.28,64	45.31.59,0	$-\bar{1},7520$	$-0,7833$	5
Août 1 (4)..	15.28.49	6.33.57,13	43.23.23,8	$-\bar{1},7994$	$-0,6667$	6
3....	15.17. 9	6.44.29,92	42.15. 2,0	$-\bar{1},8052$	$-0,6869$	7
5....	15.18.54	6.57.22,86	41. 4. 8,6	$-\bar{1},8143$	$-0,6857$	8
10....	8.54.52	7.40.58,09	38.23.50,0	$+\bar{1},4200$	$-0,9310$	9
17....	16.10. 5	9.35.51,22	38.28.18,1	$-\bar{1},7933$	$-0,7879$	10
24....	8.48.28	11.59.48,78	52.40.29,6	$+\bar{1},7218$	$-0,7714$	11
25....	8.29.51	12.15.41,05	55.55.26,6	$+\bar{1},7179$	$-0,7428$	12
Sept. 2....	8.21.42	13.37.26,62	81.30.57,4	$+\bar{1},6401$	$-0,7723$	13

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1881,0.

Numéros d'ordre.	Noms des étoiles.	Grandeur.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
			h m s	° ′ ″	
1....	1674 Weisse (N. C.) H.V	9	5.53. 2,69	49.19.58,8	Cat. W.
2....	1811 »	8,9	5.57. 9,02	48.56. 0,9	»
3....	1868 »	7	5.58.58,32	48. 8. 7,9	»
4....	295 Weisse (N. C.) H.VI	7	6.13.31,95	45.53.21,0	»
5....	301 »	8	6.13.37,10	45.32.10,5	»
6....	7079-7080 Arg. OEltzen	9	6.31.27,47	43.17.20,2	Cat. Arg. OE.
7....	1350 Arg. Z. + 47°	9,2	6.42.21,08	42.11.33,7	Cat. Arg.
8....	7548 Arg. OEltzen	9	6.58.47,55	41. 6. 5,9	Cat. Arg. OE.
9....	8298-99 »	8	7.41.27,70	38.19.57,5	»
10....	10219 »	8,9	9.39.40,47	38.29.44,1	»
11....	1170-1171 W. (N. C.) H.XI	9	12. 0.36,60	52.33. 6,6	Cat. W.
12....	369 Weisse (N. C.) H.XII	9	12.19. 1,12	55.48.38,0	»
13....	710 Weisse (N. C.) H.XIII	7	13.42.38,69	81.26.42,9	»

(1) La comète est sensiblement plus belle que le 19.

(2) Noyau rond, bien défini; éclat d'une étoile de dixième grandeur. Queue très faible, en éventail, de 4′ environ.

(3) On distingue la comète à l'œil nu, mais difficilement.

(4) Facilement visible à l'œil nu. Noyau ovoïde et diffus. Longueur de la queue, 1° environ.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d'Encke.* Note de M. **Tempel**, présentée par M. Mouchez.

« M. Tempel a retrouvé la comète d'Encke le 21 août. La comète était grande, mais très diffuse, sans noyau ni condensation vers le milieu, et par conséquent très difficile à observer. Ce n'est que le 29 août que M. Tempel est parvenu à l'observer au micromètre annulaire, et il transmet les trois observations suivantes :

Dates. 1881.	Temps moyen de Florence-Arcetri.	Ascension droite ✻☄ — ✻.	Déclinaison ✻☄ — ✻.	Étoiles.
	h m s	s	′ ″	
Août 29	12.24.52	— 58.47	— 5.21.3	*a*
» 30	12.18.54	+ 3.35.94	+ 1.26.6	*b*
» 30	12.30.48	+ 2.16.28	+ 0.23.9	*c*

» En adoptant les positions apparentes suivantes des étoiles de comparaison :

Étoiles.	Autorités.	α apparent.	δ apparent.
		h m s	° ′ ″
a	Weisse II 117	4.8.30,16	+ 34.34.12,0
b	B. D 34°,842	4.7.24,10	+ 34.47.27,9
c	B. D 34°,849	4.8.45,23	+ 34.48.53,6

les trois observations deviennent :

Dates. 1881.	Temps moyen de Florence.	Ascension droite de la comète.	Déclinaison de la comète.
	h m s	h m s	° ′ ″
Août 29	12.24.52	4.7.31,69	+ 34.28.50,7
» 30	12.18.54	4.11.0,04	+ 34.48.54,5
» 30	12.30.48	4.11.1.51	+ 34.49.17,5 »

M. **Lœwy**, dans une Lettre adressée à M. le Secrétaire perpétuel, annonce que M. Otto Struve, à l'aide de l'équatorial de 14 pouces, a recherché la célèbre comète d'Encke; il a réussi à la découvrir de nouveau dans la nuit du 24 août.

« La comète présentait l'aspect d'une nébulosité d'une faiblesse extrême; mais, en continuant l'observation, M. Struve a acquis la certitude que l'astre constaté est réellement la comète d'Encke.

» L'éphéméride qui a servi à la recherche a été déterminée par M. Backlund; les perturbations provoquées par Jupiter, et subies par la comète

durant la dernière révolution, ont été très notables et les difficultés pour les évaluer avec précision ont été sérieuses ; néanmoins, les travaux effectués par M. Backlund ont fourni un résultat très satisfaisant.

» Par une réduction provisoire de l'observation, M. Struve trouve la correction de l'éphéméride suivante :

$$d\text{Æ} = -0^{m},5,\quad d\text{Ⓓ} = -2'.$$

» M. Mouchez, directeur de l'Observatoire, vient également de recevoir la nouvelle de la découverte de l'astre. M. Winnecke et M. Hartwig ont aperçu la comète à Strasbourg, vers la même époque. Sa présence a été soupçonnée une première fois le 20 août ; une observation définitive a été effectuée le 25 du même mois. La correction de l'éphéméride est la suivante :

$$d\alpha = -39'',\quad d\delta = -1',5. \text{ »}$$

ASTRONOMIE. — *Sur la lumière des comètes.* Note de M. **Respighi**, communiquée par M. Faye.

« L'apparition des belles comètes *b* et *c* 1881 a offert aux astronomes et aux physiciens l'occasion de faire de nouvelles recherches sur la lumière de ces astres ; les résultats obtenus par la Spectroscopie et la Photographie ont paru confirmer l'idée que leur lumière est due en partie à la réflexion de celle du Soleil, en partie à une lueur propre de la matière cométaire.

» Il n'y a aucun doute, quant à la première partie de cette conclusion, depuis qu'aux preuves déjà acquises M. Huggins a réussi à ajouter la photographie des raies de Fraunhofer dans le spectre de la comète *b* 1881. Mais, sur le second point, c'est-à-dire sur la question de savoir si la comète émet une lumière propre due à une véritable incandescence, je crois qu'il n'y a pas encore lieu de se prononcer affirmativement. Il me semble, en effet, que la discontinuité de son spectre, ainsi que les raies ou bandes brillantes peuvent provenir de la même cause, c'est-à-dire de la lumière réfléchie, si l'on a égard aux modifications que cette lumière a dû subir en traversant les gaz et les vapeurs qui constituent la masse entière de ces astres.

» Il est certain que la plus grande partie de la lumière transmise par les comètes provient de l'intérieur de leur masse et qu'elle a traversé des couches profondes de gaz ou de vapeurs : elle a dû y subir l'absorption élective propre à ces vapeurs et aux composés qui en résultent. Il est donc naturel que des raies ou bandes obscures s'y produisent, différentes des raies de Fraunhofer, qui sont propres à la lumière solaire. Ainsi, à côté

du spectre faible, mais complet, de cette lumière, produit par la réflexion sur les parties externes où l'absorption est insensible, il doit s'en produire un autre provenant des parties profondes, spectre grandement modifié par une absorption plus puissante.

» Les limites d'une simple Note ne me permettent pas d'entrer dans le détail de mes nombreuses observations spectroscopiques de la comète *b* 1881 ; mais je puis assurer qu'elles paraissent confirmer cette manière de voir, c'est-à-dire que les phénomènes ne semblent pas exiger l'intervention d'une lumière propre qui serait due à l'incandescence de la matière cométaire. D'après cela, la discontinuité de ce spectre proviendrait de la même cause, qui fait naître de larges bandes obscures dans le spectre du Soleil quand il est près de l'horizon, ou dans celui des atmosphères planétaires, avec cette seule différence que le phénomène est exagéré dans les comètes à cause de l'énorme épaisseur des couches absorbantes, de la richesse de leur composition chimique et de la faiblesse de la lumière qu'elles réfléchissent vers nous. Il faudrait donc procéder ici, pour l'analyse spectrale des comètes, comme on le fait pour ces atmosphères, c'est-à-dire s'attacher, non pas tant aux bandes lumineuses qu'à celles qui doivent leur obscurité à l'absorption. »

ASTRONOMIE. — *Sur les observations des météores, du* 25 *au* 30 *juillet* 1881. Note de M. Cruls, transmise par S. M. l'Empereur du Brésil, et présentée par M. Tresca.

« Les météores que la Terre, dans son mouvement de translation, rencontre du 25 au 30 juillet, et qui ont reçu de quelques astronomes le nom d'*Aquarides*, parce que leur point de radiation paraît coïncider à peu près avec l'étoile de troisième grandeur δ *Aquarii*, n'a pas été jusqu'ici, que je sache, l'objet d'une observation régulière et faite dans les conditions les plus favorables. A peine ai-je rencontré quelques résultats, assurément fort incomplets, tirés d'observations en nombre trop restreint et d'une durée insuffisante pour présenter un certain degré de confiance.

» Qu'en un point de son orbite la Terre puisse à la fois rencontrer un ou plusieurs courants d'astéroïdes, c'est là une chose fort admissible, chacun de ces courants devant alors se manifester par des centres d'émanation distincts, et ceux-ci étant mis en évidence par le croisement, au moins approché, d'un nombre suffisant de trajectoires; mais au moins faudrait-il, pour que l'existence de ces nombreux points d'émanation, qui indiqueraient autant de courants différents, prît un caractère de certitude, que la dé-

termination de chacun d'eux reposât sur la rencontre d'un nombre suffisant de trajectoires.

» Si, cependant, ce nombre considérable de points radiants devait se trouver vérifié par des observations ultérieures et prolongées, l'ensemble du phénomène perdrait le caractère que doivent nous présenter quelques traînées isolées et distribuées d'une certaine façon dans l'espace, pour prendre celui d'un enchevêtrement de courants d'astéroïdes tel, qu'il faudrait alors admettre que cette infinité de corpuscules occupe une immense zone, analogue à la lumière zodiacale, avec laquelle elle pourrait avoir une certaine connexité. Je rappellerai, à ce propos, qu'il est hors de doute que la lumière zodiacale s'étend au delà de l'orbite de la Terre, au moins en certains points de cette orbite, fait sur lequel M. Liais avait déjà appelé mon attention. Je n'ai jamais mieux noté le phénomène que pendant ces derniers temps, et notamment durant les nuits d'observations consacrées aux météores de juillet. A 1^h du matin, j'ai parfaitement vu la lumière zodiacale se projeter au zénith et s'étendre vers l'horizon Est; la terre se trouvait, à cet instant, comprise dans la limite à laquelle s'étend la lumière zodiacale.

» Les observations faites à l'Observatoire impérial de Rio, et dont les résultats sont groupés dans le Tableau ci-après, ont donné lieu à plusieurs remarques qui méritent d'être citées.

» D'abord il est évident que des observations de cette nature, faites par une seule personne à la fois, laissent absolument à désirer, puisque le champ de la vision n'embrasse qu'une partie relativement petite de la voûte céleste, et elles ne deviennent réellement complètes que si plusieurs observateurs, trois au moins, dirigent simultanément leur attention vers des zones différentes du ciel. Cette condition a été scrupuleusement réalisée pendant toute la durée des observations exécutées du 25 au 30 juillet, faites par MM. Lacaille, Rodocanachi et moi, aidés des trois élèves astronomes, observations qui ont été favorisées par un ciel remarquablement limpide. Le nombre total des météores notés a été de 2710, et j'estime à 5 pour 100 le nombre des astéroïdes qui ont pu échapper à l'observation. On notait la direction de la trajectoire décrite par le météore, la distance approximative, en degrés, à laquelle cette direction coupait, au nord ou au sud de Fomalhaut, le cercle de déclinaison passant par cette étoile, ainsi que l'heure de l'observation. J'avais indiqué Fomalhaut comme devant servir de point de repère, parce que cette étoile se trouve dans le voisinage du point radiant, indiqué par l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, et qui est situé par Æ $= 342^\circ$ et ⊕ $= -34^\circ$. Des notes aussi complètes

n'ont été prises que pendant les trois premières nuits, et l'on s'est borné ensuite à inscrire le nombre des météores et l'heure de l'observation, afin de ne laisser aucun météore passer inaperçu.

Tableau indiquant, heure par heure, le nombre des météores observés du 25 *au* 30 *juillet* 1881.

	Heures.										
Dates.	8^h-9^h.	9^h-10^h.	10^h-11^h.	11^h-min.	min.-1^h.	1^h-2^h.	2^h-3^h.	3^h-4^h.	4^h-5^h.	5^h-$5^h,30^m$.	Totaux.
25-26........	»	13	8	46	75	95	98	104	46	»	485
26-27........	21	35	43	76	79	89	57	33	»	»	433
27-28........	24	31	42	74	108	84	70	94	»	»	527
28-29........	24	41	77	74	88	58	122	125	»	80	689
29-30........	»	12	44	50	48	113	62	99	84	64	576
Moy. horaires.	23,0	26,4	42,8	64,0	79,6	87,8	81,8	91,0	65,0	144	64,5
Totaux.......	69	132	214	320	398	439	409	455	130	144	2710

» Voici les conclusions générales auxquelles ont donné lieu ces observations :

» 1° Sans même recourir à une détermination par les directions et les distances des trajectoires, il a paru manifeste à tous les observateurs que plus de 90 pour 100 des météores s'entrecoupaient dans le voisinage de Fomalhaut. En faisant le relevé des observations individuelles, la position du point d'émanation déduite de la première nuit se trouve à 3° au nord de cette étoile; par la deuxième nuit, j'ai obtenu 7°,4, et enfin la troisième nuit m'a donné 5°, 5, toujours au nord; la moyenne de ces trois valeurs est 5°,2, c'est-à-dire que le point radiant se trouve par 25° de déclinaison australe, résultat déduit de près de 1500 orbites astéroïdales; quant à l'ascension droite, elle semble différer à peine de celle de Fomalhaut.

» 2° *Les moyennes horaires* croissent rapidement entre les heures de la soirée et celles du matin, et il semble y avoir une recrudescence remarquable un peu avant le lever du Soleil; du moins c'est ce qui a été noté dans les deux dernières nuits, où, en une demi-heure à peine, de 5^h à $5^h 30^m$, M. Lacaille a compté 80 météores, et, la dernière nuit, on en a observé 64. Il semblerait résulter de là que l'essaim de météores se meut en sens opposé à la Terre, puisque dans ce cas, à l'heure du lever du Soleil, le mouvement de translation de la Terre étant dirigé vers le point de l'écliptique qui se trouve au méridien (à Rio, à cette époque de l'année et au lever du Soleil, ce point est presque au zénith), les météores pénètrent dans l'atmosphère dans des conditions de vitesse et de visibilité plus favorables qu'à toute autre heure de la nuit; ce fait est d'ailleurs corroboré par la remarque suivante :

» 3° Les météores vus le matin, surtout après 5^h, se mouvaient tous, sans exception, avec une grande vitesse et étaient d'un grand éclat lumineux.

» 4° Ces derniers météores se déplaçaient tous sensiblement dans le plan de l'écliptique, d'où il faudrait conclure que la direction suivie par cet essaim est très peu inclinée sur ce plan.

» Voilà les principales conclusions auxquelles j'ai été conduit par l'examen de cette série nombreuse de météores observés dans d'excellentes conditions atmosphériques et de situation géographique, et, à ce propos, je ferai remarquer que, pour l'essaim du 25-30 juillet, le crépuscule du matin s'oppose absolument à la visibilité, dans les grandes latitudes boréales, des météores qui précèdent le lever du Soleil et qui sont les plus importants à observer. En résumé, ce courant de météores, auquel nos observations semblent donner un intérêt tout particulier, que jusqu'ici on ne lui supposait pas, mérite d'attirer spécialement l'attention des astronomes et sera plus complètement étudié l'an prochain à l'Observatoire de Rio. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les eaux carbonatées ferrugineuses.* Note de M. **J. Ville**, présentée par M. Wurtz.

« En étudiant la solubilité du carbonate ferreux dans l'eau chargée d'acide carbonique, j'ai été amené à observer l'influence que peuvent exercer sur cette solubilité les différents composés salins. La solution ferrugineuse employée était obtenue par l'action de l'eau saturée de gaz carbonique sur le fer métallique, les pointes de Paris.

» Et d'abord, les résultats observés dans les conditions ordinaires de température et de pression ne sont pas tout à fait conformes à ceux qui avaient été indiqués par de Hauer (*Journ. für prakt. Chem.*, t. LXXXI, p. 391). Cet auteur, qui le premier a étudié l'action de l'eau chargée d'acide carbonique sur le fer métallique, a obtenu, après quelques heures, à la pression ordinaire, une solution renfermant $0^{gr},91$ de carbonate ferreux pour 1000. En opérant à la pression ordinaire, j'ai constaté, après vingt-quatre heures, que la solution renfermait, par litre, $0^{gr},219$ de sel ferreux. La richesse de cette solution a augmenté d'une manière régulière, et, après dix jours, la liqueur étant saturée, j'ai trouvé $0^{gr},704$ de carbonate ferreux par litre.

» Ce résultat a été obtenu à la température de 29°. La richesse de la solution augmente avec l'abaissement de la température; c'est alors que la solution renferme :

	Carbonate par litre.
	gr
A 24°	1,098
20°	1,142
19°	1,185
15°	1,390

» D'après ces données, on voit que, dans les conditions ordinaires de pression et de température (760^{mm} et 15°), l'eau saturée de gaz carbonique, en agissant sur le fer métallique, dissout 1^{gr},390 de carbonate ferreux par litre.

» Cela posé, voici les principaux résultats observés en étudiant l'action des composés salins sur cette eau ferrugineuse :

» 1° Les carbonates neutres alcalins précipitent immédiatement l'eau carbonatée ferrugineuse. Des expériences que j'exposerai ultérieurement, dans un travail plus complet, m'ont indiqué, d'une façon certaine, que cette altération est le résultat de la transformation du carbonate neutre alcalin en bicarbonate, aux dépens du carbonate ferreux, qui donne un précipité blanc verdâtre, devenant vert foncé, puis jaune ocreux.

» 2° Les carbonates neutres alcalino-terreux agissent de même; on constate leur transformation en bicarbonates avec dépôt d'hydrate ferrique. Dans ce cas, la transformation s'effectue lentement, à cause de l'insolubilité de ces carbonates neutres.

» 3° Les bicarbonates alcalins et alcalino-terreux n'altèrent pas l'eau ferrugineuse. Ce fait vient contrôler les conclusions précédentes.

» 4° Les chlorures et les sulfates, loin d'être un instrument d'instabilité, retardent d'une façon très sensible la décomposition à l'air de l'eau ferrugineuse.

» 5° L'influence perturbatrice des carbonates neutres alcalins permet d'expliquer la relation qui semble exister entre la richesse des eaux carbonatées ferrugineuses et la présence de ces composés salins.

» En comparant, en effet, les eaux ferrugineuses naturelles à base de carbonate de fer, on constate que les eaux les plus riches [1] sont celles

---

[1] Eau d'Orezza, par Poggiale. — Eaux de Rennes-les-Bains, par Julia et Reboul.

qui ne renferment pas de carbonate alcalin. Je citerai un exemple, qui vient contrôler d'une façon fort remarquable les conclusions précédentes : les données analytiques fournies par M. Moitessier, sur les sources nombreuses de La Malou, montrent que la richesse de ces eaux en carbonate de fer est en raison inverse de la quantité de carbonate alcalin que ces eaux renferment.

» 6° L'action du carbonate neutre de calcium permet également d'interpréter l'existence des dépôts considérables de limonite que l'on trouve dans les terrains calcaires. Ces dépôts, qui constituent le minerai de fer le plus abondant, se présentent en couches, le plus souvent très minces, qui s'étendent sur des contrées entières, là surtout où le sol est formé par du calcaire oolithique [1]. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'absorption par la muqueuse vésicale.* Note de MM. **P. Cazeneuve** et **R. Lépine**, présentée par M. Vulpian.

« MM. Susini (élève de Küss) et Alling (laboratoire de M. Bert) ont prouvé que la vessie saine n'absorbe pas *en quantité notable* les substances médicamenteuses et toxiques. Ce fait fondamental a été plutôt confirmé qu'infirmé par les recherches récentes de MM. Maass et Pinner, Fleischer et Brinkmann, et London. Pour ce qui est des éléments normaux de l'urine, et notamment de l'urée, l'un de nous, en collaboration avec M. Livon, a autrefois montré qu'elle ne dialyse à travers la vessie (enlevée à un animal) qu'au bout de trois heures.

» Ce résultat pouvait faire penser qu'à l'état physiologique l'urée n'est pas résorbée en quantité appréciable; mais une telle conclusion était en désaccord avec les résultats positifs de M. Kaupp et surtout de M. Treskin (laboratoire de M. Hoppe-Seyler). Il était donc utile de trancher la question par de nouvelles expériences.

» Elles ont été faites sur le chien. L'abdomen ouvert sur la ligne blanche, et la vessie attirée au dehors, nous lions les uretères et le col vésical, en ayant soin de faire passer le fil de cette dernière ligature entre la tunique musculeuse et les gros troncs vasculaires qui, extérieurement à celle-ci, se distribuent sur les côtés de l'organe : ceux-ci sont donc respectés lors de la constriction du col; puis nous piquons le sommet de la vessie avec les aiguilles n° 1 de Dieulafoy et nous retirons, par aspiration, environ

---

[1] Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Engel, à la Faculté de Médecine de Montpellier.

20^{cc} d'urine pour l'analyse. La petite plaie résultant de la piqûre étant liée, nous replaçons la vessie dans l'abdomen ; nous faisons une suture à la paroi et nous abandonnons l'animal pendant vingt-quatre heures. Au bout de ce temps et pendant qu'on le sacrifie par hémorrhagie, nous retirons la vessie de l'animal encore vivant, en sectionnant l'urèthre au-dessous de la ligature du col, et nous analysons l'urine sequestrée comparativement à la première.

» Voici les résultats de quelques expériences :

I.	Urée.	Acide phosphorique.
Urine normale	72	6,3
» sequestrée	54	5,2

» Ainsi, notable absorption d'urée pour 100, absorption moindre de l'acide phosphorique, puisque pour 100 d'urée la première urine renferme 8,75 d'acide phosphorique et l'urine sequestrée 9,6.

II.	Urée.	Acide phosphorique.
Urine normale	80	6
» sequestrée	62	5

» Même résultat. Dans cette expérience, la première urine renferme 7,5 d'acide phosphorique, l'urine sequestrée 8.

III.	Densité.	Urée.	Chlorure de sodium.	Acide sulfurique.
Urine normale	1028	21,5	7,6	1,0
Urine sequestrée	1027	19,0	8,0	0,98

» Ici, absorption faible d'urée et d'acide sulfurique (l'urine était moins concentrée que dans les expériences précédentes); néanmoins, diminution de la densité, pas d'absorption de chlorure de sodium ; à en juger par le résultat brut de l'analyse, il y aurait même eu passage de chlorure de sodium dans la vessie, ce qui n'est pas admissible : l'augmentation pour 100 du chlorure de sodium s'explique par le fait qu'il s'est résorbé de l'eau. La coloration plus foncée de l'urine sequestrée, qu'on a nettement constatée dans ce cas, témoigne en faveur de cette interprétation.

» Les résultats précédents suffisent pour démontrer, d'une manière incontestable, que la vessie saine absorbe les éléments normaux de l'urine; dans quelles limites cette résorption suit-elle les lois de l'osmose? C'est ce qu'il y aura lieu de rechercher ultérieurement.

» En tout cas, la non-absorption de certaines substances, toxiques ou

médicamenteuses, reste un fait parfaitement acquis. Nous l'avons confirmé pour le sulfate de strychnine, en suivant le manuel opératoire sus-indiqué, avec la seule différence qu'après avoir retiré de l'urine de la vessie nous injections, à l'aide de la seringue de Dieulafoy, quelques centimètres cubes d'eau renfermant $0^{gr},04$ de sulfate de strychnine. Dans la plupart de nos expériences, pendant seize ou vingt heures consécutives, le chien ne présente *aucun* symptôme de strychnisme. Puis, ceux-ci se développent assez rapidement, et amènent brusquement la mort. Comme à l'autopsie, nous avons constamment trouvé la muqueuse vésicale rouge au niveau du col, c'est-à-dire au niveau de la ligature; nous croyons qu'on doit attribuer à cette lésion, qui ne s'accuse naturellement qu'après un certain nombre d'heures, l'absorption du poison, qui, tant que la muqueuse est intacte, ne paraît pas se faire d'une manière très sensible. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la tuberculose expérimentale.* Note de M. D. Brunet, présentée par M. Vulpian.

« Les expériences de M. Toussaint sur l'inoculation de la tuberculose ne me paraissent pas suffisamment probantes.

» J'ai constaté, comme d'autres expérimentateurs, que l'inoculation des matières étrangères, autres que le tubercule, dans le tissu sous-cutané du lapin, détermine très souvent des tubercules dans le poumon de cet animal.

« J'ai inoculé, sur dix-neuf jeunes lapins, sept fois du cancer, six fois du pus simple et six fois de la matière tuberculeuse.

» Quatorze de ces lapins sont devenus tuberculeux; six avaient été inoculés avec le cancer, trois avec le pus, cinq avec la matière tuberculeuse.

» Les cinq autres lapins ont guéri.

» Ces inoculations ont été pratiquées en 1869, à l'asile de Dijon, dont j'étais alors le directeur-médecin. »

» L'inoculation du cancer produirait donc la tuberculose aussi souvent que celle du tubercule lui-même, ce qui tendrait à faire croire que la matière inoculée n'exerce pas une influence spécifique, et agit surtout comme corps étranger, en déterminant une inflammation ambiante à laquelle me paraît due la tuberculose.

» Le pus, étant plus facile à résorber que des matières solides, produit

une inflammation moins grande, et, par suite, moins souvent la tuberculose. »

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 8 AOUT 1881.

(Suite.)

Essai monographique sur les dianthus des Pyrénées françaises; par E. TIMBAL-LAGRAVE, *avec* 32 *planches dessinées par le* Dr E. BUCQUOY. Perpignan, E. Morer, sans date; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles, 1880-1881. Bruxelles, F. Hayez, 1879-1880; 2 vol. in-32.

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles. 2e série : *Annales météorologiques,* t. I. Nouvelle série : *Annales astronomiques,* t. III. Bruxelles, F. Hayez, 1880-1881; 2 vol. in-4°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, année 1880, nos 2 et 3. Moscou, A. Lang, 1881; 2 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, VIIe série, t. XXVIII, nos 4, 5, 6. Saint-Pétersbourg, 1881; 3 livr. in-4°.

Annuaire du Lycée Demidoff de Jaroslaw, t. XXV. Jaroslaw, 1881; 1 vol. in-8°, en langue russe.

Reale Accademia dei Lincei. Intorno alla teoria dell' elettroforo. Nota del Socio G. GOVI, letta nella seduta del 6 marzo 1880; opuscule in-4°.

Nuovo documento relativo alla invenzione dei cannocchiali binocoli, con illustrazioni del Prof. G. GOVI. Roma, 1881; in-4°. (Estratto dal *Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Atti della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche, vol. VII et VIII. Napoli, 1878-1879; 2 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 SEPTEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Remarques à l'occasion du Mémoire de MM.* Lœwy *et* Périgaud *sur la flexion des lunettes* (¹); par M. YVON VILLARCEAU.

« Si l'on se borne à comparer le titre du Mémoire de MM. Lœwy et Périgaud avec celui de la Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie, dans les séances des 11 et 18 juillet dernier, il semble que les sujets traités de part et d'autre soient entièrement différents, bien qu'ils se rapportent à une même question, celle de la flexion astronomique des lunettes. En effet, la Communication des 11 et 18 juillet traite des applications de la théorie de la flexion plane des solides à la construction des lunettes astronomiques, et des moyens à employer pour annuler la flexion qui pourrait subsister à la suite des imperfections du travail ou du réglage; tandis que le Mémoire de MM. Lœwy et Périgaud a pour objet la détermination des diverses flexions du Cercle méridien de Bischoffsheim, à l'aide d'un nouvel appareil.

» Mon intention n'est pas de discuter la valeur de cette détermination, mais seulement d'examiner jusqu'à quel point le résultat principal et

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. XCIII, séance du 25 juillet 1881.

quelques opinions émises par les auteurs peuvent s'accorder avec les conclusions que j'ai déduites de la théorie de la flexion.

» Le résultat principal est ainsi énoncé : « Pour le Cercle de Bischoffsheim, nous nous trouvons très heureusement en présence de cette compensation des causes de flexion, si désirée des astronomes et si rarement rencontrée. » En ne considérant que les effets de la flexion verticale, nous en trouvons cette expression, à la page 178,

$$-0'',05 \sin z + 0'',04 \cos z - 0'',03 \sin 2z \text{ (1)},$$

qui justifie suffisamment le précédent énoncé.

» Ce résultat est parfaitement d'accord avec nos déductions théoriques. Rappelons-les en quelques mots. Nous avons trouvé que, les tubes partiels dont se compose une grande lunette méridienne étant construits avec des matières convenables, sous la condition de réaliser deux systèmes aussi identiques que possible au point de vue mécanique, et solidement réunis au cube central, les termes de l'expression théorique de la flexion qui dépendent du sinus et du cosinus du double de la distance zénithale sont absolument insensibles, et que les termes dépendant du sinus et du cosinus de la simple distance zénithale s'annuleraient rigoureusement si l'exécution et le réglage étaient parfaits. Nous avons fait voir en outre que, moyennant l'addition de masses complémentaires aux extrémités libres des tubes, on peut anéantir les coefficients des deux termes subsistants (2).

» L'expression précédente de la flexion du cercle expérimenté ne contient pas de terme en $\cos 2z$; nous devons supposer qu'on l'a trouvé négligeable; nous l'avons trouvé nous-même très petit par rapport au terme en $\sin 2z$. Quant à celui-ci, son coefficient serait, suivant la théorie, inférieur à 0'',001. Comme on ne contestera pas la possibilité d'une erreur de 0'',03 dans la détermination expérimentale de ce coefficient, nous pouvons conclure que l'expression précédente s'accorde avec nos déductions, en ce qui concerne les termes dépendant des sinus et cosinus du double de la distance zénithale.

» De la petitesse des coefficients $-0'',05$ et $+0'',04$ de $\sin z$ et de $\cos z$,

(1) Pour conserver nos notations, nous remplaçons la hauteur h par son complément $90° - z$.

(2) Pour éviter tout malentendu, il est nécessaire de ne pas perdre de vue que notre théorie suppose les tubes partiels entièrement libres de toute liaison directe avec le cercle divisé, ce qui est le cas des Cercles méridiens de l'Observatoire de Paris.

nous conclurons que l'artiste a presque exactement réussi à exécuter et à assembler les deux tubes, dans les conditions d'égalité mécanique qu'il a dû avoir en vue.

» Cette conclusion est loin de s'accorder avec l'opinion émise par les auteurs de la Note du 25 juillet : nous lisons, en effet, page 180 :

« En général, ces causes (les causes multiples qui peuvent entraîner une variation de la ligne de visée) se combineront de manière à produire un résultat très sensible; mais il arrivera, *par exception*, des cas où elles se neutraliseront. »

» Si notre théorie est exacte, cet énoncé reviendrait à dire que les artistes ne réussiront qu'exceptionnellement à construire, monter et régler la lunette d'un instrument méridien, de manière à éliminer l'effet des flexions. Cela serait vrai si les artistes s'écartaient des conditions que tous doivent connaître aujourd'hui, soit pour réduire les frais de construction, soit pour d'autres motifs, lesquels se rangeraient alors dans la catégorie des causes fortuites.

» Mais, répétons-le, les termes qui dépendent des sinus et cosinus de la simple distance zénithale n'offrent qu'un intérêt secondaire, puisqu'il est facile de les faire disparaître, ainsi qu'il a été dit plus haut.

» La théorie peut nous expliquer facilement un résultat signalé par les auteurs des observations de flexion faites sur les grands instruments de l'Observatoire. On lit, page 180 de leur Mémoire :

« En se reportant aux valeurs absolues des flexions du réticule, de l'objectif et de l'axe (Cercle Bischoffsheim), on trouve des nombres considérables, relativement supérieurs à ceux du Grand méridien, tandis que la flexion astronomique est ici très faible. Ce résultat, eu égard aux conditions de construction respectives des deux instruments, a été *imprévu* pour nous, comme pour le constructeur, qui pensait que toutes les flexions, et *notamment la flexion astronomique* du Cercle Bischoffsheim, devaient l'emporter sur celle du Grand méridien. »

» Suivant nous, il était facile de *prévoir* que la flexion astronomique serait plus grande dans le premier que dans le second de ces instruments : en effet, les termes en $\begin{smallmatrix}\sin\\ \cos\end{smallmatrix} 2z$, de l'expression théorique de la flexion, sont négligeables dans l'un et l'autre. Quant aux termes restants, ils ne peuvent être très petits que si les deux tubes sont, dans leur construction, très peu différents au point de vue mécanique. Or, il est certain que les tubes du Grand méridien présentent, à cet égard, une *très forte* inégalité, qui n'existe pas dans l'autre instrument.

» Après avoir signalé les précédents résultats, les auteurs ajoutent :

« Un pareil fait montre une fois de plus que, dans la *mesure* d'éléments si délicats, il faut se garder de toute idée préconçue et n'*ajouter aucune confiance* à toutes les hypothèses qui peuvent être imaginées, tant sur la *structure de la masse métallique* que sur la *solidité* de l'instrument, alors surtout qu'il s'agit d'*évaluer* des effets du dernier ordre mesurable. »

» Nous ne nous arrêterions pas à cet énoncé, dont nous ne saisissons ni le sens ni la portée, si des personnes compétentes n'avaient cru y reconnaître une infirmation de la légitimité des applications de la théorie mécanique de la flexion, au problème de la déviation de l'axe optique des lunettes sous l'influence de la pesanteur. Il est certain que les diverses quantités qui entrent dans les expressions théoriques dépendent de déterminations physiques et géométriques, sujettes à quelques incertitudes, comme toutes les déterminations de cette nature; on peut également douter que le mode d'assemblage des pièces ne doive quelquefois laisser à désirer : il n'en faut cependant pas conclure à l'inutilité des applications de la théorie, autrement il faudrait en rejeter les applications faites à un ordre quelconque de phénomènes. Or, on a le choix entre deux manières de lever la difficulté : la première consiste à fixer, quand cela est possible, la limite d'erreur des données numériques, pour en déduire la limite d'erreur des résultats que l'on a en vue; la seconde consiste à effectuer des observations et à vérifier si elles s'accordent d'assez près avec le résultat théorique. Nous ne pouvons donc partager l'avis des personnes qui ont cru voir, dans l'énoncé précité, une infirmation de la légitimité des applications de la théorie. Nous ne saurions, d'ailleurs, nous expliquer comment MM. Lœwy et Périgaud compteraient, sans le secours de la théorie, effectuer les *mesures des coefficients d'élasticité des métaux*, mesures qu'ils rangent (p. 175) au nombre des déterminations d'éléments importants à effectuer en se conformant à des règles infaillibles.

» Terminons cette Note en faisant remarquer que notre Communication des 11 et 18 juillet est uniquement relative à la flexion verticale de la lunette. Si nous avions eu à nous expliquer sur les flexions latérales, il nous eût suffi de constater l'évidence de la condition de parfaite symétrie des organes qui constituent l'axe de rotation, par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe de figure de ce système. Quant à la possibilité de réaliser cette condition avec une suffisante précision, nous aurions invoqué l'expérience acquise dans l'emploi des excellents instruments de Rigaud, qui ne nous ont offert aucune trace sensible de flexions latérales. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les qualités comparées des eaux de l'Isère et de la Durance, au point de vue de l'irrigation et du colmatage.* Note de M. DE GASPARIN.

« Quand il s'agit de dériver sur une grande échelle les eaux des rivières, la science agronomique a son rôle à remplir. Elle ne se préoccupe pas des questions techniques, administratives et financières; son devoir est de fournir à l'initiative publique ou privée des données rigoureuses sur les qualités des eaux à dériver et des matières qu'elles tiennent en suspension. Dans cette vue, nous avons étudié comparativement les eaux de l'Isère et celles de la Durance, prises à des points où tous les affluents étaient réunis, et à deux époques différentes :

» 1° L'Isère, le 27 juin 1881, en plein courant, à Romans, par une crue de $1^{m},70$ au-dessus du zéro de l'échelle du pont de Romans, crue occasionnée par la fonte des neiges;

» 2° L'Isère, le 22 août 1881, au même point, par des eaux basses à $0^{m},60$ au-dessus du zéro de l'échelle;

» 3° La Durance, le 5 juillet 1881, en plein courant, à Cadenet, mais très basse et considérablement affaiblie par les prises supérieures;

» 4° La Durance, en décembre 1879, étiage d'hiver, analyse faite depuis deux années, et jointe à cette Note pour compléter le parallèle et montrer l'influence de l'alimentation des neiges et glaciers sur la composition des eaux.

» Nous avons suivi, pour l'analyse, la méthode exposée dans notre *Petit Traité de la détermination des terres arables dans le laboratoire* (3e édit., p. 210 : *des Eaux souterraines*).

» Nous ne rapportons que les éléments caractéristiques principaux en milligrammes sur 10^{lit}.

	Isère.		Durance.	
	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.
Acide sulfurique	268 mgr	509 mgr	479 mgr	864 mgr
Acide carbonique	773	1022	1010	1012
Acide chlorhydrique	non dosé	145	123	143
Chaux	509	750	796	909
Magnésie	109	210	130	243
Soude	non dosée	124	105	122
Totaux	1659	2760	2643	3293

» La comparaison de ces analyses suffit à établir que les eaux de l'Isère et de la Durance sont de la même famille. Celles de la Durance sont plus séléniteuses et plus bicarbonatées; elles contiennent, les unes et les autres, $0^{gr},15$ de potasse par décalitre. En tout cas, elles se valent pour l'arrosage. Elles ne renferment, l'une et l'autre, comme toutes les eaux calcaires, qu'une quantité minime et presque impondérable de matières organiques. Enfin les nos 1 et 3, alimentés en grande partie par la fonte des neiges et des glaciers, contiennent une bien moindre proportion de sels en dissolution que les nos 2 et 4; ce qu'il était du reste facile de prévoir.

» Il était d'une importance majeure de doser les limons en suspension dans les eaux de l'Isère. Le 27 juin 1881, elles contenaient 1^{gr} par litre à très peu près, et, le 22 août 1881 (eaux basses), elles en contenaient exactement 2^{gr} (soit 27^{gr} par $13^{lit},5$).

» La Durance, étant réduite à un filet d'eau (le 5 juillet, à Cadenet, à cause des prises supérieures), ne contenait que $0^{gr},30$ par litre; mais la constatation dans ces conditions était sans intérêt.

» Voici la composition comparée des limons :

	Isère.	Durance.
Résidu inattaquable à l'eau régale	$57^{p},600$	$47^{p},280$
Carbonate de chaux	30,410	42,580
Carbonate de magnésie	1,710	1,040
Potasse	0,055	0,072
Sesquioxyde de fer	5,980	5,925
Alumine	2,330	1,489
Eau combinée aux sesquioxydes	1,830	1,555
Non dosés et matières organiques	0,085	0,059
	100,000	100,000

» On peut affirmer qu'il y a, au point de vue agricole, identité parfaite entre les deux dépôts, et que la quantité de matières en suspension dans le courant des deux rivières est un fait purement mécanique, dû à la différence du débit. Cependant, il faut observer que l'alumine hydratée est un peu plus abondante dans l'Isère que dans la Durance; le limon de l'Isère serait donc sensiblement plus argileux, et cette circonstance doit favoriser dans une faible mesure l'état de suspension dans l'Isère.

» Au point de vue agronomique, l'un et l'autre limon sont d'une composition minérale très satisfaisante et propre à amender les terres légères ou graveleuses, mais les matières organiques font défaut. La création de la réserve organique nécessaire aux cultures annuelles demande du temps; c'est

ce qui explique la pratique qui abandonne les créments de l'Isère, comme ceux de la Durance, à la végétation spontanée pour constituer cette réserve, comme aussi l'emploi d'engrais en forte proportion pour entretenir ces riches cultures que nous admirons dans les vallées des deux rivières. En effet, quelle que soit l'opinion des physiologistes sur le mode d'assimilation des éléments binaires, ternaires et quaternaires par les végétaux, et quel que soit le rôle que joue le terrain dans cette partie principale de leur alimentation, il n'en reste pas moins certain, pour les agriculteurs, que la présence d'un minimum de matières organiques incorporées au sol est absolument indispensable au succès de la culture.

» En résumé, la Durance est une source immense de richesses pour les départements qu'elle traverse. Ses eaux, du 15 avril au 15 septembre, sont presque en totalité affectées à l'irrigation. Les colmatages naturels qu'elle a formés constituent les plus fertiles communes des départements qu'elle traverse, et en particulier des Bouches-du-Rhône et de Vaucluse. Les colmatages artificiels, par le canal de Craponne et beaucoup d'autres dérivations, créent constamment de nouvelles richesses.

» On est donc conduit à se demander pourquoi l'Isère, absolument semblable à la Durance par la nature de ses eaux et la composition des limons qu'elle entraîne, ne serait pas appelée à rendre des services analogues en colmatant les terrains maigres et graveleux des départements de l'Isère et de la Drôme, et en arrosant dans la Drôme et Vaucluse un périmètre qu'elle seule peut desservir. Quant aux colmatages par l'Isère dans le département de Vaucluse, il n'y faut pas penser. Dès que les matières en suspension dans l'Isère ne sont plus sous l'action d'un courant rapide, elles se déposent, et Vaucluse ne pourra jamais recevoir que des eaux claires.

» Évidemment il faudra compter pour les dérivations de l'Isère, comme pour celles de la Durance, sur un entretien de curage très important, car il s'introduira dans le canal de prise en moyenne $1^{gr},5$ de limon par litre, soit, par an et par mètre cube (de débit continu par seconde), environ 50000 tonnes, ou, en tenant compte de la densité du limon, qui est de 1174 (tassé), $43\,000^{mc}$. Tout projet de dérivation des eaux de l'Isère devra comprendre dans ses prévisions les moyens de pourvoir à l'emploi de ces matières ou à leur enlèvement. »

MÉMOIRES PRESENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau procédé d'exploitation des mines de soufre*. Note de MM. DE LA TOUR DU BREUIL.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« Ayant eu, pendant près de dix années, à diriger en Sicile l'exploitation de mines de soufre, nous avons été frappés, comme tout le monde, du système défectueux employé pour la séparation du soufre de sa gangue par les *calcaroni*, et nous avons été ainsi amenés à faire des études et des recherches pour améliorer le procédé d'extraction.

» Nous avons suivi avec intérêt l'expérience de fusion par les appareils à air chaud et à vapeur surchauffée; mais ces systèmes, tout en étant un progrès, n'atteignaient que très imparfaitement le but pratique et industriel qu'en espéraient les inventeurs; aussi, sauf quelques rares exceptions, le *calcaroni* est-il resté jusqu'à ce jour le procédé le plus employé.

» L'idée nous est alors venue d'appliquer le principe, connu en Chimie, de l'élévation du point d'ébullition de l'eau par la présence d'un sel qu'elle tient en dissolution.

» Partant de ce principe, parmi les sels qui jouissent de cette propriété, nous avons choisi le chlorure de calcium, qui se trouvait tout indiqué, par sa fixité, par sa complète inertie en présence du soufre et de sa gangue, à la température de 120°, à laquelle l'opération se fait, et par son extrême bon marché, comme résidu de la fabrication de la soude.

» Au point de vue pratique, voici comment l'opération est conduite : le bain contient 66 pour 100 de chlorure de calcium et peut servir indéfiniment; l'appareil se compose de deux cuves rectangulaires, de dimensions variables, selon l'importance de la mine, accouplées et inclinées à 10 pour 100.

» Aussitôt l'opération terminée dans une des cuves, le liquide bouillant est envoyé dans l'autre, qui a été préalablement remplie de minerai. Pendant que la liquation s'y opère, ce qui réclame environ deux heures, la première cuve, où l'opération est terminée, est vidée et rechargée à nouveau; il en résulte qu'il n'y a aucune interruption dans le travail et que le bain n'est jamais refroidi. Un seul foyer suffit aux deux cuves et leur fournit alternativement le calorique qui leur est nécessaire.

» L'application de ce procédé présente les avantages suivants :

» 1° Extraction du soufre de sa gangue à très bon marché (5^fr environ par tonne);

» 2° Soufre produit presque pur, puisque, à l'analyse, on ne trouve que $\frac{1}{2}$ à 1 pour 1000 de résidus terreux et aucune trace d'acide sulfureux et sulfurique;

» 3° Fusion possible toute l'année (la loi italienne ne permet de fondre par les *calcaroni* que du 30 juin au 15 février), puisqu'il n'y a plus de production d'acide sulfureux, aussi nuisible au point de vue de la salubrité publique que de la culture;

» 4° Extraction presque complète, puisqu'il ne reste dans la gangue que 2 à 3 pour 100. »

M. M. Viparelli soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Livello altimetrico e planimetrico per uso delle ferrovie ».

(Ce Mémoire est renvoyé à l'examen de M. Lalanne.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel rappelle à l'Académie la souscription qui a été ouverte à l'effet d'élever à Foix (Ariège) une statue à Lakanal, en souvenir des grands services qu'il a rendus aux Écoles de l'État, et de la part qu'il a prise à la création de l'Institut.

M. Bertrand fait hommage à l'Académie, au nom de M. le prince *Boncompagni*, de la Livraison de novembre 1880 du « Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche ». Cette Livraison contient la suite de la publication de l'Ouvrage : « Le Triparty en la Science des nombres »; par maistre Nicolas Chuquet.

PHYSIQUE. — *Sur la radiophonie produite par le noir de fumée.* Note de M. E. Mercadier.

« Non seulement le noir de fumée est jusqu'à présent l'agent *thermophonique* par exellence, mais encore il est susceptible, comme le sélénium, de jouer le rôle de photophone électrique.

» Dans leur Mémoire inséré aux *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1206, MM. G. Bell et Tainter donnent la description d'un photophone à noir de fumée formé par des raies sinueuses sur une lame de verre argentée. Mais sa construction est délicate ; il est fragile et, s'il lui arrive un accident, il faut argenter de nouveau la plaque et recommencer le travail de la machine à diviser pour reproduire les sinuosités.

» Il n'en est pas de même des récepteurs à double spirale que j'ai décrits dans les *Comptes rendus*, t. XCII, p. 789.

» Au lieu de sélénier l'une de leurs faces, on peut l'enfumer, soit en l'exposant à la fumée d'une lampe à huile, soit à la fumée provenant de la combustion du camphre, en prenant d'ailleurs les précautions nécessaires pour ne pas carboniser le papier parchemin qui isole l'une de l'autre les spirales métalliques : il suffit pour cela, par exemple, d'enfumer par l'intermédiaire d'une toile métallique.

» Il est à remarquer que, ces récepteurs ayant deux faces, on peut sélénier l'une puis enfumer l'autre, et se servir avec le même courant soit de l'une, soit de l'autre, à volonté.

» Les récepteurs de tous genres dont j'ai déjà parlé, à spirales de cuivre, de laiton, de fer, de platine ainsi enfumés fonctionnent bien : les récepteurs en aluminium qui ne peuvent être séléniés s'enfument au contraire très bien.

» On entend parfaitement avec de pareils récepteurs les sons et les accords produits à travers la roue interruptrice précédemment décrite par les radiations du soleil, de la lumière électrique ou oxhydrique, et même d'un bec de gaz, en prenant les précautions indiquées pour les récepteurs à sélénium, et avec les récepteurs thermophoniques à noir de fumée. Cela était probable, car une portion de l'énergie radiante doit être employée à effectuer le travail, quel qu'il soit, qui produit les variations de l'énergie électrique, origine des sons dans le téléphone récepteur.

» On constate d'ailleurs très nettement cette différence dans les essais où l'on cherche à déterminer la nature des radiations agissantes dans la production radiophonique des sons.

» En essayant de faire agir successivement les diverses radiations du spectre de la lumière électrique sur un récepteur enfumé, je n'ai pu encore obtenir de résultats assez sensibles pour être indiqués, et je n'ai pu depuis le mois de juin, où ces expériences ont été exécutées, faire l'essai avec une lumière solaire assez intense. Je ne l'ai fait qu'avec un soleil fort brumeux, qui m'a donné les mêmes résultats négatifs. En comparant, dans la partie

rouge et infra-rouge d'un spectre de lumière électrique, un récepteur à noir de fumée et un tube thermophonique également à noir de fumée, le premier n'a pas produit de sons perceptibles, tandis que le second donnait, comme d'ordinaire, des sons intenses avec le maximum d'effet habituel dans l'infra-rouge.

» Ces essais, concluants quant à l'intensité relative des sons produits, ne le sont pas quant à la nature des radiations agissantes.

» Mais on peut décider la question autrement. Il suffit d'exposer un récepteur enfumé aux radiations d'une plaque de cuivre graduellement échauffée avec un chalumeau oxhydrique, en se plaçant dans l'obscurité. Tant que la plaque chauffée est obscure, on ne perçoit aucun son dans le téléphone interposé dans le circuit électrique du récepteur enfumé; mais, dès que la plaque est portée au rouge sombre, les sons se produisent et augmentent graduellement d'intensité.

» Cette expérience suffit pour montrer que l'origine des sons n'est pas thermique dans le sens que nous adoptons pour ce mot. On a donc là un phénomène *photophonique* ou *actinophonique*. Je n'ai pu, pour ma part, arriver encore à décider nettement avec certitude lequel des deux, mais il me paraît bien probable qu'il y a lieu de ranger les récepteurs enfumés, traversés par un courant électrique, parmi les *photophones*.

» Avant d'aller plus loin, j'ai cru devoir, comme je l'avais fait pour le sélénium, étudier l'effet de la température sur les récepteurs enfumés. J'ai opéré, au mois de juin dernier, de la même manière et avec les mêmes précautions que lorsqu'il s'agissait du sélénium.

» J'ai trouvé que, comme pour ce dernier, *la résistance d'un récepteur à noir de fumée diminue quand la température augmente* (*entre* 2° *ou* 3° *et* 50°). *Cette variation est représentée sensiblement par une ligne droite. Elle est très petite; car le coefficient moyen de variation par degré est égal à* 0,00230.

» Ces résultats s'accordent (sauf pour la valeur du coefficient) avec ceux qu'ont trouvés MM. Matthiessen et W. Siemens, en étudiant l'influence de la température sur la conductibilité du charbon de cornue. »

PHYSIQUE. — *Explication d'un contraste en double réfraction circulaire.* Note de M. CROULLEBOIS.

« Les deux rayons circulaires inverses ont une existence séparée en dehors du quartz; pour s'en convaincre, il suffit de répéter l'expérience

suivante : on prend un *biquartz* de 60^{mm} d'épaisseur et l'on fait traverser chaque moitié par des faisceaux interférents polarisés ou naturels; puis on reçoit ces faisceaux superposés sur la fente horizontale d'un spectroscope à vision directe. En ces conditions, on observe deux systèmes distincts de franges longitudinales courbes, présentant les caractères d'une polarisation circulaire inverse. Si l'on explore le champ commun directement avec la loupe, on obtient deux groupes latéraux de franges verticales, résultant de l'interférence de rayons de même giration et inégalement retardés dans le biquartz.

» On a pu croire longtemps que la distance, estimée en franges, des deux bandes centrales donnait la mesure de la biréfringence circulaire pour les rayons moyens du spectre. Il est loin d'en être ainsi : *le déplacement observé est toujours plus grand que le déplacement théorique*. Par exemple, avec un quartz de 42^{mm}, M. Billet [1] a constaté que cette distance atteint le chiffre de 24 franges et dépasse le double de la valeur théorique, qui serait 10,50. Je me propose d'expliquer ici ce désaccord. Même dans la lumière blanche, avec la simple loupe, la position de la frange centrale est souvent indécise; avec le spectroscope, employé comme précédemment, il n'y a plus d'incertitude. La frange centrale est toujours délimitée par les deux lignes noires également inclinées de part et d'autre de la verticale. Cette remarque faite, revenons à l'expérience et supposons que l'observateur ait à sa gauche le groupe de franges circulaires; la bande centrale, répondant aux diverses couleurs, sera inégalement rejetée. L'écart sera donné par la formule

$$f = K.e(n'' - n')$$

et sera respectivement proportionnel aux nombres 58, 62, 70, 80, 87 et 100 pour les raies B, C, D, E, F, G. Ainsi la frange centrale du violet est beaucoup plus éloignée que celle du rouge, et la ligne noire, lieu de ces franges centrales, est fortement inclinée sur la verticale. A droite de cette ligne singulière BG, les bandes satellites obliquent de plus en plus; à gauche, au contraire, elles se redressent et, comme l'écartement de deux bandes consécutives est plus grand dans le rouge que dans le violet, on trouvera, en s'avançant vers la gauche, deux lignes noires symétriquement inclinées: c'est là que doit se former la frange centrale IK du système déplacé. Mais de combien de franges doit-on s'avancer pour rencontrer cette frange centrale?

---

(1) *Optique physique*, t. II, p. 243.

Observons : 1° que l'on doit avoir $IB = KB_1$, B_1 étant la projection du point B sur l'horizontale KG; 2° qu'il y a autant de franges des rayons G que des rayons B, depuis la courbe BG jusqu'à la verticale IK. En conséquence, on a la relation évidente

$$42(f_G - f_B) + m\lambda_G = m\lambda_B,$$

d'où

$$m = 6,81.$$

» D'après cela, outre le déplacement théorique 5,25, il faudra s'avancer de 6,81, ce qui donne 12,06 franges, et par suite, conformément à l'expérience, 24 franges pour l'écartement des deux groupes.

» Avec mon biquartz de 60^{mm}, j'ai rencontré la même exagération. On évalue habituellement à 8^{mm} l'épaisseur capable de produire le retard d'une onde sur le rayon moyen du spectre; la distance des centres des deux systèmes latéraux devrait donc être de 15 franges. Or, on trouve que cette distance atteint le chiffre de 34, et cette exagération du déplacement s'explique comme plus haut.

» D'après la formule, on a

$$m = 9,7,$$

nombre qui, additionné avec 7,5, donne 17,2, et par suite très approximativement 34 franges pour l'écart total.

» Il résulte bien de ce qui précède que le déplacement anormal des deux groupes latéraux reçoit une explication naturelle, et qu'on ne saurait s'en prévaloir comme argument contre l'hypothèse d'Arago. »

PHYSIQUE. — *Sur les métaux magnétiques.* Note de M. GAIFFE.

« Dans le but de rechercher les meilleures conditions d'exécution des aimants de cobalt et de nickel, dont j'ai l'honneur de soumettre quelques spécimens à l'Académie, j'ai expérimenté ces métaux sous divers états.

» Les échantillons qui ont servi aux essais ont été obtenus à l'aide des procédés électrochimiques communiqués à l'Académie par M. Adams et par moi, le 17 janvier 1870 et le 15 juillet 1878, en employant des courants d'intensité convenable pour rendre ces métaux très durs.

» Après avoir divisé ces échantillons en barreaux de dimensions à peu près égales, j'ai laissé quelques barreaux de chaque métal à l'état dur; d'autres ont été recuits; d'autres, enfin, ont été recuits et forgés. Tous ont

ensuite été aimantés de la même manière et mesurés immédiatement au magnétomètre. Après trente-six et soixante-douze heures de repos, ils ont été mesurés de nouveau.

» Quoique prises très approximativement, ces mesures, consignées dans le Tableau ci-joint, suffiront cependant, je l'espère, à montrer quelle force coercitive relativement grande ces métaux, surtout le cobalt, peuvent acquérir à l'état de pureté, quand on saura que le fer pur, obtenu par les mêmes moyens, ne donnait, dans les mêmes circonstances, que des déviations inappréciables.

» Comme renseignement complémentaire, j'ajouterai que quelques échantillons de cobalt, qui s'aimantaient faiblement il y a deux ans, lorsque je fis ces expériences, se magnétisent fortement aujourd'hui, sans avoir été recuits et sans avoir rien perdu de leur dureté primitive.

» Il semblerait, *a priori*, que la faible force coercitive de ces métaux, sortant des bains de la galvanoplastie, est due à la présence de l'hydrogène en combinaison avec eux, et qu'aussitôt que ce corps a disparu, soit par l'action de la chaleur, soit par dégagement spontané, le nickel et le cobalt reprennent leur force coercitive réelle. L'hydrogène aurait, dans ce cas, une action analogue à celle des métaux alliés au nickel pour constituer le maillechort : il paralyserait leur pouvoir magnétique.

Tableau comparatif des forces coercitives du nickel et du cobalt sous divers états.

Conditions des expériences.	Déviation au magnétomètre. Nickel.	Cobalt.
Immédiatement après l'aimantation :		
Lame non recuite	2°,15′	5°,30′
» recuite	5,20	11,00
» recuite et forgée	7,00	14,45
Trente-six heures après l'aimantation :		
Lame non recuite	1,45	5,00
» recuite	3,30	9,30
» recuite et forgée	6,00	14,00
Soixante-douze heures après l'aimantation :		
Lame non recuite	1,30	4,45
» recuite	3,05	9,00
» recuite et forgée	5,30	13,30
Lame recuite, aimantée et recuite de nouveau.	0,05	1,15
Lame recuite, aimantée et forgée ensuite	0,25	6,00

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la métaldéhyde.* Note de MM. **Hanriot** et **Œconomidès**, présentée par M. Wurtz.

« La métaldéhyde est le moins connu de tous les polymères de l'aldéhyde; en ayant eu accidentellement une grande quantité à notre disposition, nous avons cherché à élucider quelques points de son histoire.

» *Solubilité.* — La métaldéhyde est insoluble dans l'eau, presque insoluble dans l'alcool, assez soluble dans l'aldéhyde. Ses meilleurs dissolvants sont le chloroforme et la benzine, surtout à chaud.

» *Dissociation.* — A froid, la métaldéhyde ne subit aucune dissociation; un cristal abandonné à l'air ne perd pas sensiblement de son poids. Nous avons introduit dans le vide barométrique un gros cristal de cette substance; au bout de quelques heures, on obtint une dépression de $1^{mm},2$, qui paraît être la tension de vapeur de la métaldéhyde à cette température.

» Kékulé et Zincke ont trouvé que, à 112° ou 115°, en tubes scellés, la transformation de la métaldéhyde en aldéhyde est complète au bout de quelques heures; nous avons pu chauffer quarante heures à 200° de la métaldéhyde en tubes scellés sans en transformer plus de moitié en aldéhyde; $0^{gr},0572$ de métaldéhyde a été chauffé à 180° dans le vide barométrique :

» Après sept heures et demie, il ne restait que 0,01102;

» Après quinze heures, il ne restait que 0,0877;

» Après vingt-six heures, il ne restait que 0,007232.

» L'influence de la pression est bien manifeste.

» Lorsque l'on distille la métaldéhyde à l'air libre, l'aldéhyde formée pouvant se dégager, on peut arriver par plusieurs distillations à une dissociation totale.

» L'influence du dissolvant facilite singulièrement cette dissociation; nous avons dissous $0^{gr},7505$ de métaldéhyde dans 72^{cc} de chloroforme. Après évaporation dans le vide, il ne restait que $0^{gr},736$ de métaldéhyde; $0^{gr},0145$ avait donc été dissocié.

» Entre 40° et 60°, la transformation est beaucoup plus rapide : $3^{gr},9538$ furent dissous dans $93^{cc},3$ de chloroforme bouillant et abandonnés au refroidissement lent; il se déposa d'abord des cristaux de métaldéhyde, qui disparurent au bout de quelques heures. Le liquide, complètement

refroidi et évaporé dans le vide, ne laissa que $0^{gr},037$ de résidu; $3^{gr},9168$ avaient donc été dissociés entre 40° et 60°.

» *Densité de vapeur.* — Nous venons de voir que les vapeurs de métaldéhyde sont formées, pour la majeure partie, d'aldéhyde, à laquelle se joint une petite quantité de métaldéhyde en vapeur. Aussi Hofmann a-t-il trouvé cette densité sensiblement égale à celle de l'aldéhyde (25,8; 24,7; 24,4, au lieu de 22 pour l'aldéhyde). Nous avons pu, en déterminant la quantité de métaldéhyde non transformée, calculer la densité de vapeur vraie de ce composé.

» Nous avons employé la méthode de M. Dumas de la façon suivante : le ballon plein de vapeurs est pesé, puis on y laisse rentrer l'air; on y fait le vide, on y laisse de nouveau rentrer l'air jusqu'à ce que le poids ne varie plus; on chasse ainsi toute l'aldéhyde sans toucher à la métaldéhyde, qui n'est pas volatile dans ces conditions. On détermine ainsi le poids de la métaldéhyde et celui de l'aldéhyde; on peut en déduire le volume occupé par la valeur de l'aldéhyde seule et, par différence, le volume occupé par la vapeur de métaldéhyde. On a donc toutes les données du problème. Nous avons ainsi trouvé 63,7 et 72,2.

» Nous avons également déterminé cette densité par la méthode de Hofmann. Pour déterminer la proportion d'aldéhyde formée, on laissait refroidir l'appareil. La température extérieure étant supérieure à 20°, toute l'aldéhyde était à l'état gazeux. On notait son volume, sa pression et sa température, ce qui permettait de calculer son poids et son volume à 180°. Par différence, on avait le poids et le volume de la vapeur de métaldéhyde. Nous avons trouvé par cette méthode : 59,10; 59,85; 63,45; 67,55.

» Nous croyons pouvoir conclure de ces nombres que la métaldéhyde correspond à la formule $C^6H^{12}O^3$ (théorie 66).

» *Action de quelques réactifs.* — Nous avons essayé d'obtenir des dérivés de la métaldéhyde ayant la même condensation; notre espoir a été constamment déçu : la métaldéhyde résiste à la plupart des réactifs, et, lorsque ceux-ci agissent, ils la transforment d'abord en aldéhyde.

» La potasse, le réactif cupropotassique n'attaquent pas la métaldéhyde, même à l'ébullition.

» Le permanganate, le bichromate et l'acide sulfurique sont sans action sur ce composé.

» Le chlore la transforme en chloral ordinaire, même en évitant toute élévation de température.

» Le gaz ammoniac ne se combine pas à la métaldéhyde. Nous avons volatilisé de la métaldéhyde dans un courant de gaz ammoniac et nous avons obtenu un mélange d'aldéhydate d'ammoniaque et de métaldéhyde non attaquée ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le pouvoir rotatoire des substances albuminoïdes du sérum sanguin et leur dosage par circumpolarisation.* Note de M. L. **Fredericq**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les chiffres obtenus jusqu'ici par les différents expérimentateurs dans la détermination du pouvoir rotatoire spécifique de l'albumine du sérum sanguin offrent assez peu de concordance (— 49° à — 50° Heynsius, — 56° Hoppe-Seyler, — 56° et — 62° Haas, — 60° Béchamp). De là sans doute le succès médiocre de la méthode imaginée par Hoppe-Seyler, et qui consiste à doser cette substance par circumpolarisation.

» Ces différences, comprises entre — 49° et — 62°, s'expliquent en partie par les erreurs d'observation, qui étaient considérables avec les anciens instruments, et surtout par ce fait que les deux substances albuminoïdes qui existent en quantité notable dans le sérum sanguin, l'*albumine* proprement dite (*sérine* de Denis) et la *paraglobuline* (*fibrine dissoute* de Denis), possèdent des pouvoirs rotatoires assez différents, et qu'en outre l'*albumine proprement dite* n'est pas identique chez les différentes espèces animales.

» En opérant avec les instruments les plus perfectionnés (*polaristrobomètre* de Wild et surtout le *polarimètre Laurent*), j'ai pu déterminer avec une assez grande exactitude les pouvoirs rotatoires de ces substances chez le chien, le lapin, le bœuf et le cheval.

» La *paraglobuline* extraite du sérum sanguin par saturation à l'aide de $MgSO^4$ (méthode de Denis et d'Hammarsten), et purifiée par plusieurs dissolutions et reprécipitations successives, présente un pouvoir rotatoire de — 47°,8 pour le sang du chien, du lapin, du bœuf et du cheval.

» Le pouvoir rotatoire de l'*albumine* ou *sérine* est de — 57°,3 chez le bœuf, le lapin et le cheval. Fait des plus remarquables, l'albumine du sang de chien est optiquement différente : son pouvoir rotatoire est seulement de — 44° environ.

([1]) Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Wurtz.

» Voici comment je propose de modifier pour le sérum sanguin le procédé de Hoppe-Seyler à l'aide de ces données :

» On commencera par mesurer à l'aide du *polarimètre Laurent* le degré de rotation que le sérum (examiné dans le tube de $0^{m},10$, ou de $0^{m},05$ s'il est trop coloré) imprime au plan de la lumière polarisée. Le nombre obtenu ainsi exprime la somme de la rotation produite par la *paraglobuline* et de celle produite par l'*albumine*. Une seconde opération a pour but de déterminer la part qui revient à la *paraglobuline* dans cette rotation. A cet effet, on précipite la *paraglobuline* par $MgSO^4$ dans un volume déterminé de sérum; on la redissout dans un égal volume d'eau et on examine le liquide obtenu dans le tube de $0^{m},10$. On obtient ainsi la rotation due à la *paraglobuline*. Il suffit de soustraire ce nombre du premier pour avoir la part qui revient à l'*albumine*. Chacun de ces nombres, divisé par celui qui représente le pouvoir rotatoire spécifique de la substance à laquelle il se rapporte ($-47^{\circ},8$ pour la *paraglobuline*; $-57^{\circ},3$ pour l'*albumine* chez le cheval, le bœuf, le lapin; -44° pour l'*albumine* chez le chien), indique la quantité de substance contenue dans 1^{gr}. On obtient ainsi le poids de la *paraglobuline* et celui de l'*albumine*; leur somme représente le poids des matières albuminoïdes contenues dans 100^{cc} de sérum.

» Les exemples suivants montrent la concordance que présentent les nombres obtenus par cette méthode avec les résultats du dosage beaucoup plus long par l'alcool et la pesée du coagulum.

Dosages comparatifs de substances albuminoïdes du sérum par circumpolarisation et par pesée (coagulum alcoolique).

Sérum de	Rotation		Paraglobul. Différence	D'où		Somme des albuminoïdes	
	tube de $0^{m},10$.	due à la paraglobul.	due à l'albumine.	paraglobuline	D'où albumine.	par circumpolarisation.	par l'alcool.
Bœuf.....	$3^{\circ},87$	$1^{\circ},83$	$2^{\circ},04$	$3^{gr},579$	$3^{gr},828$	$7^{gr},407$	$7^{gr},427$
Lapin	3,02	0,60	2,42	1,255	4,223	5,478	5,35
Chien	2,60	1,00	1,60	2,09	3,63	5,71	5,833

PHYSIOLOGIE. — *Sur le permanganate de potasse employé comme antidote du venin de serpent.* Note de M. DE LACERDA, présentée par M. de Quatrefages.

« Pour étudier l'action de certaines substances, chimiques et botaniques, sur les effets produits par l'inoculation du venin de serpent, nous

avons commencé, il y a deux mois, une série d'expériences, qui nous ont conduit à la constatation de faits de la plus haute importance scientifique et pratique.

» Après avoir reconnu l'inefficacité plus ou moins absolue du perchlorure de fer, du borax, du nitrate acide de mercure, du tannin et d'autres substances chimiques diverses sur les effets soit locaux, soit généraux, du venin de serpent, nous avons été amené à essayer une substance qui nous a fourni des résultats vraiment étonnants : nous voulons parler du permanganate de potasse. Les résultats obtenus dans la première série d'expériences, en injectant le venin actif du bothrops, dilué dans l'eau distillée, dans le tissu cellulaire des chiens, nous ont fait voir que cette substance était capable d'empêcher complètement la manifestation des lésions locales du venin. Dans ces expériences, nous avons procédé de la façon suivante; le venin recueilli dans du coton, et correspondant à de nombreuses morsures de serpent, était d'abord dilué dans une petite quantité d'eau distillée, soit 8^{gr} à 10^{gr} d'eau; ensuite nous remplissions une seringue de Pravaz de cette solution et nous en injections la moitié dans le tissu cellulaire de la cuisse ou de l'aine des chiens. Une ou deux minutes après, quelquefois plus tard, nous injections à la même place une quantité égale d'une solution filtrée de permanganate de potasse à $\frac{1}{100}$. Les chiens examinés le lendemain ne montraient aucun signe de lésion locale : tout au plus il y avait une très petite tuméfaction localisée aux environs de la piqûre de la seringue, sans irritation ni infiltration d'aucune espèce. Cependant, ce même venin, qui avait servi à ces expériences, étant injecté sans contrepoison sur d'autres chiens, a produit toujours de grandes tuméfactions locales, des abcès plus ou moins volumineux avec perte de substance et destruction des tissus.

» Les résultats de cette première série d'expériences, faites avec l'injection sous-cutanée du venin et du permanganate de potasse, nous ont encouragé à essayer la même substance dans les cas d'introduction du venin dans les veines.

» Ici encore le permanganate de potasse à réussi parfaitement. Nous avons fait déjà plus de trente expériences dans ces conditions et nous avons eu à peine deux insuccès. Ces insuccès, du reste, doivent être attribués à des raisons diverses : d'abord on essayait sur des animaux mal nourris, très faibles et très jeunes; de plus les injections du permanganate de potasse ont été faites très en retard, au moment où le cœur était déjà en train de s'arrêter.

» Dans un certain nombre de cas, nous avons injec té dans la veine une demi-seringue de Pravaz de la solution dans 10^{gr} d'eau du produit venimeux fourni par douze ou quinze morsures de serpent et une demi-minute après 2^{cc} de la solution du permanganate de potasse à $\frac{1}{100}$. En dehors d'une agitation très passagère et quelquefois d'une accélération cardiaque, qui n'a duré que quelques minutes à peine, l'animal n'a pas accusé d'autres troubles. Ces animaux, gardés et observés pendant plusieurs jours, se sont toujours bien portés.

» Dans une autre série de cas, nous avons injecté le venin dans la veine et nous avons attendu la manifestation des troubles caractéristiques. Au moment où l'animal avait déjà une grande dilatation pupillaire, des troubles respiratoires et cardiaques, contractures, miction et défécation, nous avons injecté coup sur coup dans la veine de 2^{cc} à 3^{cc} de la même solution du permanganate de potasse à $\frac{1}{100}$. Au bout de deux ou trois minutes, quelquefois de cinq minutes, nous avons vu ces troubles disparaître; il restait à peine une prostration générale, dont la durée n'a jamais dépassé de quinze à vingt-cinq minutes. Alors, en mettant l'animal par terre, il marchait très bien, il était même capable de courir; il gardait enfin tout l'aspect d'un chien normal. Et cependant d'autres chiens, qui avaient reçu dans la veine la même quantité de venin pur, c'est-à-dire sans l'antidote, sont morts plus ou moins rapidement.

» Ces résultats vraiment remarquables, qui ont frappé tout le monde, ont été constatés en diverses occasions, non seulement par S. M. Don Pedro, qui a bien voulu nous faire l'honneur d'assister à nos premières expériences, mais aussi par des personnes instruites, des médecins, professeurs des Facultés, membres du corps diplomatique étranger, etc.

» Je crois donc pouvoir affirmer que le permanganate de potasse agit comme un véritable antidote du venin de serpent. »

M. **Maumené** adresse une Note sur la formule adoptée par M. Schützenberger pour l'acide hydrosulfureux. Il insiste sur ce point que cette formule est d'accord avec les indications de sa *Théorie générale de la Chimie*, et que, dans son Ouvrage, il a déjà présenté cette formule comme une conséquence de sa théorie. Pour cette raison, il ne partage pas l'opinion émise sur l'acide hydrosulfureux par M. Bernthsen.

M. **Maumené** communique en outre la description d'un appareil nouveau pour les distillations fractionnées, la description d'un appareil destiné à

mesurer la richesse alcoolique des mélanges d'alcool et d'eau, et une réclamation de priorité au sujet de la viscose qui se forme dans la transformation connue sous le nom de *graisse des vins*, et fait remarquer que c'est par une distraction évidente que M. Béchamp a donné le nom de *viscose* à une substance qu'il a décrite récemment dans les *Comptes rendus*.

M. **Phipson** adresse à l'Académie des développements relatifs au procédé d'extraction de l'actinium et aux caractères de l'oxyde et du sulfure.

La séance est levée à 4 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 aout 1881.

Mémorial de l'Artillerie de la Marine, t. IX, 1re et 2me livr., texte et Planches. Paris, 1881; in-8°, avec Atlas in-f°.

Aide-mémoire d'Artillerie navale, 1re livr., 1881, texte et Planches. Paris, Dumaine, 1881; in-8°, avec Atlas in-f°.

Traité de Botanique; par M. Ph. van Tieghem, fascicule 3, pages 321 à 480. Paris, F. Savy, 1881; in-8°.

Annales de la Société linnéenne de Lyon, années 1879-1880, t. XXVI et XXVII. Lyon, H. Georg; Paris, J.-B. Baillière, 1879-1880; 2 vol. in-8°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France; 2e série : *Végétaux. Terrain jurassique;* liv. 31 : *Conifères ou Aciculariées; par* M. le marquis de Saporta; texte, feuilles 33 et 34, Planches LXXX à LXXXIII du Tome III. Paris, G. Masson, 1881; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne, année 1880-1881. Châlons-sur-Marne, A. Denis, 1881; in-8°.

Observations pluviométriques faites dans la France septentrionale (*Est, Neustrie et Bretagne*) *de* 1688 *à* 1870, *etc.; par* V. Raulin. Bordeaux, Chaumas; Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°.

Possibilité de la vie à bon marché; par Poulet. Saint-Amand-en-Puisaye, chez l'auteur, sans date; in-18.

Hydrologie thermale. Eaux minérales de Luchon. Instructions pratiques, avant, pendant et après la cure; par le Dr C. Valdès. Bagnères-de-Luchon, Ch. Lafont, 1881 ; in-8°.

Cosmogénie; par Peters Little. Clermont-Ferrand, impr. G. Mont-Louis, 1881; br. in-8°.

Compte rendu, au point de vue paléontologique, de l'excursion de la Société malacologique de Belgique aux environs de Renaix, en 1879. — Compte rendu, présenté à la Société malacologique de Belgique, de l'excursion de la Société géologique de France dans le Boulonnais (9-18 septembre 1880). — Compte rendu des excursions faites en commun par les Sociétés géologique et malacologique de Belgique aux environs de Bruxelles (5-7 septembre 1880). — Compte rendu d'une course dans le quaternaire de la vallée de la Somme, aux environs d'Abbeville; par A. Rutot. Bruxelles, impr. Weissenbruch, 1881; 4 br. in-8°.

Sur la position stratigraphique des restes de Mammifères terrestres recueillis dans les couches de l'éocène de Belgique; par M. A. Rutot. Bruxelles, F. Hayez, 1881; br. in-8°.

Coup d'œil sur l'état actuel d'avancement des connaissances géologiques relatives aux terrains tertiaires de la Belgique; par A. Rutot et G. Vincent. Liège, impr. Vaillant-Carmanne, 1879; in-8°.

Memorie della reale Accademia delle Scienze di Torino, serie seconda, t. XXXIII. Torino, E. Loescher, 1881; in-4°.

Report on the geology of the Henry mountains; by G.-K. Gilbert. Washington, Government printing Office, 1877; in-4° relié.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 aout 1881.

Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne; par A. Leymerie. Toulouse, Ed. Privat, 1881; 1 vol. in-8°, avec Atlas in-4° oblong et Carte collée sur toile.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, 1881, juillet. Paris, Dunod, 1881; in-8°.

Réunions publiques organisées par la Société centrale d'Agriculture de l'Hérault à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, sur l'adaptation au sol et le greffage des vignes américaines, les 14 et 15 mars 1881. Montpellier, typogr. Grollier, 1881; in-8°. (Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Le cartilage primordial et son ossification dans le crâne humain avant la naissance; par A. Hannover. Copenhague, A.-F. Host. Paris, G. Masson, 1881; in-4°.

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI, t. XIII, ottobre 1880. Roma, 1880; in-4°.

Sveriges geologiska undersökning, Série Aa, n^os^ 73 à 79; Série Ab, n° 6; Série C, n^os^ 36 à 44. Stockholm, sans date; 15 br. in-8° et 1 in-4°, avec 5 Cartes grand-aigle.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 AOUT 1881.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, t. XCVII. Paris, Impr. nationale, 1881; in-4°.

Cours d'Astronomie de l'Ecole Polytechnique; par H. FAYE. Première Partie : *Astronomie sphérique. Description des instruments. Théorie des erreurs. Géodésie et Géographie mathématique.* Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°.

Mémoire sur l'état intérieur du globe terrestre; par ED. ROCHE. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-4°.

Le monde physique; par AM. GUILLEMIN, 8^e^ série, livr. 67 à 76, t. II. Paris, Hachette et C^ie^, 1881; grand in-8°.

Théorie mathématique des formes cométaires; par TH. SCHWEDOFF. Première Partie : *Formes fondamentales.* Odessa, impr. Ulrich, 1880; br. in-8°.

Physique du monde. Deuxième proposition : Sur l'origine et la constitution des comètes; par F. CHAPEL. Versailles, 1881; opuscule in-8°.

Société académique indo-chinoise de Paris pour l'étude scientifique et économique de l'Inde transgangétique, l'Inde française et la Malaisie. Actes. Compte rendu des séances, année 1877, *dernier trimestre. Année* 1878. *Année* 1879, 1^er^ *semestre.* Paris, au siége de la Société, 1879; grand in-8°.

Le mouvement économique en Portugal et le vicomte de San-Januario; par E. GIBERT. Paris, au siége de la Société académique indo-chinoise, 1881; grand in-8°.

Charter, by-laws and regulations, and list of members of the Institution of civil engineers. London, 1881; in-8° relié.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 SEPTEMBRE 1881.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, t. XCVIII. Paris, Impr. nationale, 1881; in-4°.

Eloge de Victor Regnault; par M. J.-B. Dumas. Paris, Dunod, 1881; br. in-8°. (Extrait des *Annales des Mines.*)

Les bains d'Europe; par Ad. Joanne et A. Le Pileur. Paris, Hachette et Cie, 1880; in-12 cartonné.

Rapport sur les travaux du Conseil central d'hygiène publique et de salubrité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure, etc., pendant l'année 1880. Nantes, impr. C. Mellinet, 1881; in-8°.

Notice sur les effets de la foudre sur des arbres placés près d'un fil télégraphique; par M. Ch. Montigny. Bruxelles, G. Hayez, 1881; br. in-8°.

Note sur l'intensité de la scintillation pendant les aurores boréales; par Ch. Montigny. Bruxelles, F. Hayez, 1881; br. in-8°.

L'électricité et les ballons. Une visite à la grande comète de 1881; *par* W. de Fonvielle. Paris, aux bureaux du journal l'*Electricité*.

Daniel Klein. *Sur les acides borotungstiques et les borotungstates.* Sans lieu ni date; opuscule in-8°.

Assainissement de Paris. Commission ministérielle. Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Observations des ingénieurs du service municipal au sujet des projets de Rapports présentés par MM. A. Girard et Brouardel; M. Al. Durand-Claye rapporteur. Paris, impr. Chaix, 1881; in-4°.

Note sur la position stratigraphique des couches à congéries de Bollène (Vaucluse) et des marnes à lignite de Hauterives (Drôme); par F. Fontannes. Lyon, impr. Pitrat, 1881; grand in-8°.

Les terrains tertiaires de la région delphino-provençale du bassin du Rhône; par F. Fontannes. Lyon, H. Georg; Paris, Savy, 1881; grand in-8°.

Memorias del Instituto geografico y estadistico, tomo III. Madrid, R. Labajos, 1881; grand in-8°.

Dom. di Bernardo. *Il darwinismo e le specie animali.* Siena, tipogr. S. Bernardino, 1881; in-12. (Deux exemplaires.)

Ministero d'Agricoltura, Industria e Commercio. Direzione di Statistica. Annali di Statistica, serie 2a, vol. 19, vol. 22. Roma, tipogr. E. Botta, 1881; 2 vol. in-8°.

La difterite, nuovo farmaco specifico per combatterla; per Prof. V. Schettini di Giuseppe. Taranto, tipogr. Latronico, 1880; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 SEPTEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

M. le **Président**, après l'adoption du procès-verbal de la séance précédente, s'exprime en ces termes :

« Un petit nombre de Membres de cette Académie sont présents à la séance : je le regrette, car je vois devant moi une brillante assistance de collègues étrangers que le Congrès international d'électricité a amenés à Paris et auxquels nous désirons faire honneur et bon accueil ([1]). Si l'un ou l'autre, ou mieux encore, plusieurs de ces savants confrères voulaient prendre la parole, je m'empresserais de la leur donner, certain que leurs communications donneraient à cette séance un intérêt dont elle risque d'être dépourvue. En tout cas, je souhaite la bienvenue à nos illustres visiteurs et je les salue au nom de l'Académie. »

([1]) Parmi les savants présents à la séance, nous citerons MM. Clausius, Clifton, du Bois-Reymond, Everett, Foerster, Helmholtz, Kirchhoff, Melsens, Spottiswoode, Siemens (William), Siemens (Werner), Smith, Stas, Sir William Thomson, Warren de la Rue, Wartmann.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les résistances relatives que l'on doit donner, dans les machines dynamo-électriques, aux bobines actives, aux électro-aimants inducteurs et au circuit intérieur.* Note de Sir **William Thomson**.

« Dans l'électro-aimant inducteur, appelons :

L la longueur du fil,
B le volume total occupé par le fil et l'isolant,
n le rapport de ce volume total au volume du cuivre seul (c'est-à-dire $\frac{1}{n}$B le volume du cuivre),
A la section totale du fil et de l'isolant,
R la résistance du fil.

» Pour la bobine active, appelons L', B', n', A', R' les quantités qui correspondent aux précédentes et désignons par s la résistance spécifique du cuivre.

» Nous aurons

$$B = AL,$$

$$R = ns\frac{L}{A} = ns\frac{B}{A^2},$$

d'où

$$(1) \qquad A = \frac{\sqrt{nsB}}{\sqrt{R}} = \frac{K}{\sqrt{R}},$$

et d'autre part

$$(2) \qquad A' = \frac{\sqrt{n's'B'}}{\sqrt{R'}} = \frac{K'}{\sqrt{R}},$$

formules dans lesquelles K et K' désignent des constantes.

» Soient maintenant c le courant qui traverse l'électro-aimant, c' le courant qui traverse la bobine induite, v la vitesse d'un point quelconque de cette dernière et p la force électromotrice moyenne aux deux bouts du fil de la bobine active ; nous avons la formule

$$(3) \qquad p = I\frac{c}{A}\frac{1}{A'}v,$$

dans laquelle I est une quantité dépendant des formes, dimensions et positions relatives de B et B′, et aussi de la capacité d'aimantation magnétique du fer; elle diminue à mesure que la capacité magnétique diminue, quand l'intensité du courant augmente ou par suite des changements de R et R′ qui accroissent la force d'aimantation.

» Dans les machines dynamo-électriques à simple circuit (c'est-à-dire dans la machine dynamo-électrique ordinaire), c' est égal à c; mais il n'en est pas de même dans la machine dynamo-électrique à dérivation. Dans chacune d'elles, l'activité électrique totale (c'est-à-dire la somme de travail effectué) est pc; ou, d'après l'équation (3),

$$(4)\qquad \mathrm{I}\,\frac{cc'}{\mathrm{AA'}}\,v,$$

ou encore, d'après les équations (1) et (2),

$$(5)\qquad \frac{\mathrm{I}\sqrt{\mathrm{RR'}}\,cc'v}{\mathrm{KK'}}.$$

» De ce travail total, une portion se trouve perdue à échauffer les fils des bobines, l'autre est utilisée dans le circuit extérieur. Leurs valeurs sont respectivement

(6) Pour le travail perdu........ $\mathrm{R}c^2 + \mathrm{R}'c'^2$,

(7) Pour le travail utile......... $\dfrac{\mathrm{I}\sqrt{\mathrm{RR'}}\,cc'v}{\mathrm{KK'}} - (\mathrm{R}c^2 + \mathrm{R}'c'^2)$.

» En faisant v assez grand, le rapport de (6) à (7) (du travail perdu au travail utile) peut être rendu aussi petit que l'on veut. La question que nous avons à résoudre est de déterminer quelles valeurs relatives il faut donner à R et à R′ pour rendre minimum, à une vitesse donnée quelconque, le rapport du travail perdu au travail utile, ou, ce qui revient au même, pour réduire à un minimum la vitesse à laquelle ce rapport prend une valeur donnée. Pour résoudre cette question, appelons r le rapport du travail total au travail perdu. Nous avons, d'après (5) et (6),

$$(8)\qquad r = \frac{\mathrm{I}\sqrt{\mathrm{RR'}}\,cc'}{\mathrm{R}c^2 + \mathrm{R}'c'^2}\,\frac{v}{\mathrm{KK'}}.$$

» Pour la machine dynamo-électrique à simple circuit, nous aurons $c = c'$, et (8) devient

$$(9)\qquad r = \frac{\mathrm{I}\sqrt{\mathrm{RR'}}}{\mathrm{R} + \mathrm{R'}}\,\frac{v}{\mathrm{KK'}}.$$

ou

$$(10) \qquad R = \frac{I\sqrt{(RS - Rv)}}{SKK'},$$

formule dans laquelle

$$(11) \qquad S = R + R'.$$

» Supposons maintenant que S soit donné, et admettons pour un instant que I soit constant. Pour rendre r maximum, v étant donné, ou pour rendre v minimum, r étant donné, il faut simplement que $R(S - R)$ soit maximum; cela a lieu quand $R = \frac{1}{2}S$, c'est-à-dire quand les résistances dans la bobine induite et l'électro-aimant inducteur sont égales. Mais, en réalité, la valeur de I n'est pas constante; elle diminue quand la force aimantante s'accroît. Comme, en général, elle dépend principalement du fer doux de l'inducteur, et relativement peu du fer doux de l'armature mobile ou du fer aimanté par le courant qui parcourt les bobines mobiles, dans la plupart des cas, toutes choses égales d'ailleurs, I diminuera par un accroissement de R et une diminution de R'. Par suite, d'après la formule (10), le maximum de $\frac{r}{v}$ exigera que R' soit plus grand que $\frac{1}{2}S$; quant au rapport de R' à $\frac{1}{2}S$, nous ne pouvons le déduire de la formule sans connaître la loi des variations de I.

» D'après l'expérience et la sélection naturelle, on a été conduit, dans la plupart des machines dynamo-électriques telles qu'on les construit actuellement, à donner aux électro-aimants inducteurs une résistance un peu plus faible que celle de la bobine induite, ce qui est d'accord avec la théorie précédente. Que le travail utile de la machine dynamo-électrique se présente sous forme de lumière, de travail mécanique, de chaleur ou d'actions électrolytiques, nous pouvons, pour simplifier les choses, représenter tous les cas possibles par le cas type d'un courant traversant un conducteur de résistance connue E, intercalé entre les bornes extrêmes de la machine. Suivant l'usage général, je donne à ce conducteur le nom de *circuit extérieur*, expression qui désigne abréviativement la partie du circuit total comprise en dehors de la machine dynamo-électrique.

» Dans le cas d'une machine à circuit simple, l'intensité du courant dans le circuit extérieur est égale à l'intensité du courant qui traverse la bobine induite et l'inducteur, et est représenté par c dans notre notation. On a par

suite, d'après la loi de Ohm,

$$(12)\qquad c = \frac{p}{E + R + R'},$$

où, d'après (3), (1) et (2)

$$(13)\qquad c = c\,\frac{I\sqrt{RR'}\,v}{KK'(E + R + R')}.$$

» Il faut dès lors que l'on ait

$$(14)\qquad c = 0$$

ou

$$(15)\qquad I = \frac{KK'(E + R + R')}{\sqrt{RR'}\,v}.$$

Le cas où $c = 0$ est celui dans lequel

$$(16)\qquad v < \frac{KK'(E + R + R')}{I_0\sqrt{RR'}},$$

en appelant I_0 la valeur de I pour $c = 0$. Pour le comprendre, rappelons-nous que nous ne supposons aucun magnétisme rémanent. Pour toutes les vitesses rentrant dans le cas de (16), la machine ne produit aucun courant. Quand cette limite est dépassée, l'équilibre électrique dans le circuit devient instable; un courant infinitésimal, prenant naissance dans un sens ou dans l'autre, croît rapidement en intensité jusqu'à ce qu'il soit limité par l'équation (15), en raison de l'affaiblissement de I qu'il produit : aussi, en considérant I comme une fonction de c, nous avons, dans l'équation (15), l'expression mathématique de l'intensité du courant produit par la machine dynamo-électrique quand elle a atteint sa période d'action régulière. En transportant l'expression (15) dans l'équation (10), nous avons

$$(17)\qquad r = \frac{E + S}{S'},$$

équation que tout le monde connaît comme étant celle qui a été donnée, il y a quarante ans, par Joule.

» Dans la machine dynamo-électrique à dérivation, le courant total c de la bobine active se divise en deux courants, c dans l'électro-aimant in-

ducteur, et $(c' - c)$ dans le circuit extérieur; les intensités de ces courants sont en raison inverse des résistances qu'ils traversent.

» En appelant toujours E la résistance du circuit extérieur, nous avons donc

$$(18) \qquad c\mathrm{R} = (c' - c)\mathrm{E}, \quad \text{ce qui donne} \quad c = \frac{\mathrm{E}}{\mathrm{R}+\mathrm{E}}c'.$$

» Par suite, d'après la loi de Joule, le travail effectué par unité de temps, dans les trois portions du circuit, est

$$(19) \qquad \begin{cases} \text{Pour la bobine active} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \mathrm{R}'c'^2, \\ \text{Pour l'électro-aimant inducteur} \ldots\ldots\ldots & \mathrm{R}\left(\dfrac{\mathrm{E}}{\mathrm{R}+\mathrm{E}}\right)^2 c'^2, \\ \text{Pour le circuit extérieur} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots & \mathrm{E}\left(\dfrac{\mathrm{R}}{\mathrm{R}+\mathrm{E}}\right)^2 c'^2. \end{cases}$$

» Il suit de là qu'en désignant, comme ci-dessus, par r le rapport du travail total au travail développé dans le circuit extérieur, on a

$$(20) \qquad r = \frac{\mathrm{R}' + \mathrm{R}\left(\dfrac{\mathrm{E}}{\mathrm{R}+\mathrm{E}}\right)^2 + \mathrm{E}\left(\dfrac{\mathrm{R}}{\mathrm{R}+\mathrm{E}}\right)^2}{\mathrm{E}\left(\dfrac{\mathrm{R}}{\mathrm{R}+\mathrm{E}}\right)^2},$$

d'où

$$(21) \quad \mathrm{R}^2 r = \mathrm{R}'\frac{(\mathrm{R}+\mathrm{E})^2}{\mathrm{E}} + \mathrm{R}(\mathrm{R}+\mathrm{E}) = \frac{\mathrm{R}'\mathrm{R}^2}{\mathrm{E}} + (\mathrm{R}+\mathrm{R}')\mathrm{E} + \mathrm{R}(2\mathrm{R}'+\mathrm{R}).$$

» Supposons maintenant que R et R′ soient donnés, et que E soit à trouver. Pour que r soit minimum, il faut que

$$(22) \qquad \mathrm{E} = \sqrt{\frac{\mathrm{R}'\mathrm{R}^2}{\mathrm{R}+\mathrm{R}'}}.$$

On a alors

$$(23) \qquad r = 2\sqrt{\frac{\mathrm{R}'(\mathrm{R}+\mathrm{R}')}{\mathrm{R}^2}} + 2\frac{\mathrm{R}'+\mathrm{R}}{\mathrm{R}}.$$

» Posons maintenant

$$(24) \qquad \frac{\mathrm{R}'}{\mathrm{R}} = e;$$

alors (22) et (23) deviennent

$$(25) \qquad \mathrm{E} = \sqrt{\frac{\mathrm{R}\mathrm{R}'}{1+e}},$$

et

$$(26) \qquad r = 1 + 2\sqrt{e(1+e)} + 2e.$$

» En bonne économie, r doit être un peu plus grand que l'unité; par suite, e doit être très petit, et l'on a alors, *approximativement*,

$$(27) \qquad E = \sqrt{RR'}, \quad \text{et} \quad r = 1 + 2\sqrt{e}.$$

» Par exemple, supposons que la résistance de l'électro-aimant inducteur soit 400 fois la résistance de la bobine active, c'est-à-dire que l'on ait $e = 400$; nous avons alors approximativement

$$E = 20R' \quad \text{et} \quad r = 1 + \tfrac{1}{10},$$

c'est-à-dire que la résistance dans le circuit extérieur est 20 fois la résistance de la bobine active, et que le travail utile dans le circuit extérieur est approximativement les $\frac{10}{11}$ du travail perdu à échauffer la machine. »

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur des expériences faites en* 1826 *sur les courants électriques produits par des éclairs éloignés du lieu d'observation, et sur des études récentes de M.* René Thury *sur les bruits des téléphones pendant les orages.* Note de M. **D. Colladon.**

« M. Marc Thury, professeur à l'Université de Genève, m'a communiqué une observation faite par son fils, M. René Thury; elle a un grand intérêt scientifique pour la Météorologie, parce qu'elle servira à apprécier, à la distance de plusieurs kilomètres, l'intensité des éclairs et la conductibilité pour l'induction électrique de l'air chargé d'humidité.

» Cette observation vient d'ailleurs confirmer un fait que j'avais observé et publié à Paris, en 1826, à l'occasion de recherches sur l'électricité atmosphérique, au moyen de mon galvanomètre construit pour la mesure des courants électriques que peuvent produire les machines à frottement, la décharge des bouteilles de Leyde, celle des torpilles ou des gymnotes, l'électricité soutirée des nuages par des branches d'arbres ou des pointes métalliques, etc.

» Suivant la Communication de M. Thury, son fils, jeune électricien de mérite, avait disposé un fil de cuivre tendu horizontalement entre deux maisons, à la hauteur des toitures, et communiquant avec la terre au moyen de tuyaux métalliques servant à conduire l'eau potable. Au fil aérien, ayant environ $0^{m},002$ de diamètre et 50^{m} à 60^{m} de longueur, était joint un téléphone dont la résistance mesurait $4^{ohms},5$ et un autre appareil semblable de 25^{ohms}.

» Depuis le printemps de 1879, époque de l'établissement du téléphone, à chaque orage, rapproché ou lointain, le jaillissement des éclairs a toujours été accompagné d'un bruit très caractéristique, perceptible dans les téléphones. Ce bruit se faisait entendre à l'instant même où l'on voyait l'éclair, quelle que fût sa distance, et résultait, par conséquent, d'un effet d'induction de la décharge lointaine sur le fil. Tous les éclairs visibles à l'œil se faisaient entendre dans le téléphone, alors même que l'on ne pouvait entendre le bruit du tonnerre; la distance de l'éclair devait être alors d'au moins 35^{km}.

» Le bruit de l'éclair consistait ordinairement en une sorte de crépitation, composée d'une succession très rapide de coups secs, d'intensité très variable. La durée totale de la crépitation ne dépassait pas une demi-seconde, comprenant en moyenne six à huit coups successifs; le bruit était comparable à celui d'une allumette suédoise, frottée sur la boîte. Quelquefois, mais très rarement, on n'entendait qu'un seul coup sec; une ou deux fois, des coups très intenses, comparables aux décharges d'une forte bouteille de Leyde.

» Dans un Mémoire lu à l'Académie, dans la séance du 21 août 1826, et publié dans le tome XXXII des *Annales de Chimie et de Physique*, p. 62 à 75, je disais (p. 74) :

« Pendant un orage qui eut lieu à quelque distance de Paris, mon galvanomètre eut des déviations qui atteignirent jusqu'à 18°, quoique l'on n'aperçût aucun nuage au-dessus de l'Observatoire jusqu'à 30° du zénith. »

» Dans le *Traité de Physique* de M. Péclet (2e édit., 1832, t. II, p. 224), on trouve une Note sur mes expériences, où il est dit :

« Dans les moments d'orage, l'aiguille du galvanomètre est dans un mouvement continuel; chaque éclair est immédiatement suivi, *parfois même précédé*, d'un changement subit dans le sens de la déviation, ou d'un accroissement brusque. Dans quelques cas, la déviation passe instantanément du maximum positif au maximum négatif, ou inversement; ces effets se continuent encore quand les éclairs sont éloignés de deux ou trois lieues, pourvu que l'air soit très humide et le ciel couvert de nuages. »

» Je suis heureux de voir que M. R. Thury a confirmé, en quelque sorte, ces anciennes observations, et en a peut-être beaucoup étendu la portée, par son intéressante étude sur les sons que le téléphone fait entendre sous l'action d'éclairs éloignés, action qui paraît due à un courant électrique produit sous l'influence de la décharge. Il me semble probable que ces bruits téléphoniques doivent se faire entendre surtout lorsque l'atmo-

sphère est surchargée d'humidité ; dans ce cas, sa conductibilité électrique devient si grande, pour les hautes tensions, que les grandes variations transmettent leur influence d'une manière invisible et presque instantanée, à quelques lieues de distance.

» Les électriciens qui ont étudié les phénomènes atmosphériques savent quelle remarquable variété d'éclairs on peut observer en temps d'orage; j'en ai cité plusieurs exemples dans un Mémoire publié en 1879 (1). Les expériences au moyen du téléphone offrent une méthode très facile, pour étudier les effets d'induction produits par ces éclairs, et mesurer les vitesses de transmission de ces influences jusqu'à de grandes distances. »

M. E.-J. Marey fait hommage à l'Académie d'un volume qu'il vient de publier, sous le titre « La circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies ».

M. Abria fait hommage à l'Académie d'un Opuscule qu'il vient de publier « Sur les unités de Gauss ».

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Mesure de la rotation du plan de polarisation de la lumière sous l'influence magnétique de la Terre;* par M. Henri Becquerel. (Extrait.)

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, il y a plusieurs années (2), le résultat d'une expérience qui mettait en évidence l'influence magnétique de la Terre sur la propagation d'un rayon lumineux polarisé traversant une colonne de sulfure de carbone liquide. L'expérience consistait à diriger le rayon lumineux soit du Nord au Sud magnétiques, soit inversement, et à observer une différence entre les positions relatives du plan de polarisation de la lumière dans ces deux directions. L'angle des deux positions est le double de la déviation due à l'influence magnétique terrestre.

» La grandeur de cette rotation, combinée avec les mesures absolues de

(1) *Contributions à l'étude de la grêle* (*Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle de Genève;* juillet 1879, t. II, § 1er).

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1075; 1878.

l'intensité du magnétisme terrestre, peut servir soit de contrôle aux valeurs attribuées à divers étalons et exprimées en unités électromagnétiques absolues, soit de base pour de nouvelles déterminations.

» Les nombres qui accompagnent ma première publication sont, comme je l'ai fait observer, relatifs aux conditions magnétiques toutes spéciales d'un laboratoire. J'ai pensé qu'il n'était pas sans intérêt de reprendre l'étude du phénomène à l'abri de toute influence perturbatrice notable, et en le soumettant à des mesures très précises.

» L'expérience a été installée au Muséum d'Histoire naturelle, dans un pavillon isolé, bâti en pierre, et au milieu duquel l'intensité du champ magnétique a été trouvée égale à 0,988 de l'intensité du magnétisme terrestre à Paris.

» Le grand appareil de polarisation rotatoire magnétique que j'ai fait construire pour l'étude des gaz ([1]) était également disposé en vue de l'expérience présente. Je rappellerai brièvement qu'il se composait d'un tube en cuivre de $3^m,27$ de longueur et $0^m,12$ de diamètre, fermé par des glaces parallèles, et que l'on pouvait remplir de gaz ou de liquide.

» Le tube était monté sur une grosse poutre horizontale au milieu de laquelle on avait adapté pour la circonstance un pivot en cuivre établi sur un pied en charpente, et permettant de faire tourner la poutre autour d'un axe vertical. Cette poutre supportait également le système optique, composé d'un chalumeau à gaz oxhydrique, comme source de lumière, d'un gros polarisateur à pénombres, muni d'un collimateur, de deux miroirs argentés qui, par des réflexions successives, faisaient traverser plusieurs fois le tube par les rayons lumineux, et enfin d'un analyseur monté au centre d'un cercle divisé et muni d'une lunette. Ces diverses pièces étaient pourvues de tous les mouvements de réglage convenables.

» Le tube a été rempli successivement d'eau distillée et de sulfure de carbone liquide.

» En orientant l'appareil parallèlement à l'aiguille de déclinaison, puis en le retournant de 180°, on obtenait une rotation du plan de polarisation des rayons lumineux dans le sens direct, c'est-à-dire de droite à gauche, pour un observateur supposé couché suivant l'axe du tube, la tête vers le pôle Nord magnétique.

» On sait que la grandeur de rotation est proportionnelle au nombre des

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 709; t. XC, p. 1407, et *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI.

passages des rayons lumineux à travers le tube. L'absorption de la lumière par les liquides a limité le nombre des réflexions successives à *trois* pour le sulfure de carbone et à *cinq* pour l'eau, ce qui correspond à des colonnes liquides de $9^m,825$ pour l'un et de $16^m,40$ pour l'autre. Les résultats relatifs au sulfure de carbone ont été ramenés à la température de $0°$C., en faisant usage des formules de réduction indiquées dans un précédent Mémoire ([1]).

» Les mesures optiques se font avec une perfection très grande et leur précision a été encore augmentée par l'emploi de la méthode d'amplification que j'ai eu l'honneur d'exposer récemment à l'Académie ([2]) et qui consiste à faire usage d'une lame demi-onde.

» L'élément qui limite le plus la précision est le défaut de constance de la source lumineuse, qui n'est pas monochromatique; à travers 9^m de sulfure de carbone, la lumière transmise est rouge orangé, et à travers 16^m d'eau elle est verte; tout changement dans l'éclat de la source lumineuse fait varier la couleur des rayons transmis, et par suite la rotation magnétique.

» Une bobine électromagnétique disposée autour de la partie médiane du tube a permis de mesurer pour chaque série d'expériences la rotation magnétique relative aux rayons lumineux étudiés et de la comparer à celle des rayons jaunes d'une lampe à sodium, de sorte que l'on a pu ramener toutes les mesures à ce qu'elles seraient si l'on avait observé les rayons jaunes D auxquels on rapporte généralement les pouvoirs rotatoires des corps. Les déviations angulaires ainsi obtenues dans les diverses séries ne diffèrent pas entre elles de $0',1$.

» Le détail des mesures et des diverses corrections est donné dans un Mémoire qui sera publié prochainement. Toutes corrections faites, on a obtenu pour les rayons jaunes, D, traversant une épaisseur de $9^m,825$ de sulfure de carbone liquide à la température de $0°$ et soumis à l'influence du magnétisme terrestre, à Paris, une double rotation magnétique de $17',09$ dans le sens précisé plus haut. Les écarts entre les nombres déduits des diverses séries n'atteignent pas $0',1$, c'est-à-dire $0,0058$ de la valeur de la rotation; la concordance des résultats et la discussion des corrections permettent d'admettre que le nombre donné plus haut représente la rota-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI.

(2) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 143.

tion magnétique cherchée avec une précision environ deux fois plus grande que celle qui vient d'être indiquée.

» L'eau distillée, avec la lumière verte, à la température de 30° C. et sous l'épaisseur de $16^{m},50$, a donné une rotation de $10',2$, nombre qui, comparé à celui qui se rapporte au sulfure de carbone dans les mêmes conditions, concorde entièrement avec les résultats de mes recherches antérieures sur les pouvoirs rotatoires magnétiques des deux liquides.

» En résumé, il résulte des expériences présentes que les rayons jaunes, D, traversant horizontalement une colonne de 1^{m} de sulfure de carbone à 0°, sous l'influence du magnétisme terrestre, à Paris, et dans une direction parallèle à l'aiguille de déclinaison, éprouvent une rotation magnétique simple de $0',8697$, de droite à gauche pour un observateur supposé couché horizontalement, la tête vers le Nord magnétique.

» Ce nombre est une *constante* naturelle qui permet de convertir en mesures absolues toutes les déterminations des rotations magnétiques du plan de polarisation de la lumière, et fournit également un moyen d'évaluer l'intensité d'un champ magnétique par la seule observation des phénomènes de polarisation rotatoire magnétique auxquels il donne naissance.

» Dans le système d'unités C. G. S. (centimètre, gramme, seconde), adopté par beaucoup de physiciens, le nombre précédent conduit au nombre $1,31 \times 10^{-5}$ (1), pour exprimer la rotation magnétique des rayons jaunes au travers du sulfure de carbone, entre deux points distants de l'unité dans un champ magnétique égal à l'unité. »

MÉMOIRES PRESENTÉS.

M. **Bauer** et M. **Vollaut** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera et à la culture de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

---

(1) M. Gordon (*Phil. Trans.* Ire Partie, 1877), par des méthodes toutes différentes, a été conduit à évaluer la même grandeur, et a donné $1,52 \times 10^{-5}$ pour la lumière du thallium, ce qui correspond à $1,24 \times 10^{-5}$ pour celle du sodium.

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de Boulogne-sur-mer** adresse à l'Académie les remerciements de la ville de Boulogne, pour la haute marque d'intérêt qu'elle lui a donnée, en se faisant représenter par MM. Tresca et Breguet à l'inauguration de la statue de Sauvage.

M. le Maire adresse en même temps à l'Académie un exemplaire en argent de la médaille commémorative de cette cérémonie.

Cette médaille sera conservée dans les archives de l'Académie.

M. le **Directeur de l'École des Ponts et Chaussées** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, la livraison 17, formant la fin du Tome II de la collection des dessins du « Portefeuille des élèves ».

BALISTIQUE. — *Sur le passage des projectiles à travers les milieux résistants, sur l'écoulement des solides et sur la résistance de l'air au mouvement des projectiles.* Note de M. **Melsens**.

« Dans trois Notes que l'Académie (1) m'a fait l'honneur d'accueillir avec bienveillance, j'ai montré expérimentalement qu'un projectile sphérique, marchant dans l'air, est précédé d'une quantité considérable de ce fluide, que l'on peut recueillir, en totalité ou en partie, et séparer ainsi de l'air qui suit le projectile ou qui se trouve sur ses bords (1). J'ai attribué à cet air des effets spéciaux, dus à sa condensation à la partie antérieure de la balle. En effet, quand on considère un projectile qui a fait un assez long trajet dans l'air et qui frappe un obstacle solide en y pénétrant, on voit, en analysant les phénomènes mécaniques qui se passent, que ce projectile exerce trois actions très différentes, se succédant dans un intervalle de temps très court : 1° action due à son poids, à sa forme et à sa vitesse; 2° action due à l'élasticité du gaz, dont le volume augmente subitement, au moment de l'arrêt par un obstacle solide; 3° action du solide qui se déforme ou se brise, sans changement sensible de volume, et frappe les obstacles solides déjà entamés, sans doute, par l'action du *projectile-air*, l'air étant considéré comme partie intégrante du projectile.

(1) *Comptes rendus*, septembre 1867, novembre 1869 et avril 1872.

» Tandis que la force vive, ou le travail d'un marteau ordinaire ou d'un marteau-pilon (tombant d'une hauteur donnée, toujours peu considérable, et animé d'une vitesse en général très faible comparativement à celle des projectiles), peut se mesurer assez exactement en fonction de sa masse, de sa hauteur de chute et de sa poussée dans quelques cas, sans qu'il y ait lieu de se préoccuper de l'air qui l'accompagne, les conditions changent lorsqu'il s'agit du *projectile-air*, dans le cas du tir. En effet, sa masse, son volume ou sa densité, ainsi que sa forme nous échappent, comme aussi les actions résultant de l'élasticité du fluide.

» Il résulte des expériences que j'énumère dans mon Mémoire que l'air accumulé, en avant du projectile, y forme une couche capable, dans les cas de grandes vitesses, de s'opposer au contact *immédiat*, *absolu*, entre les deux solides et, particulièrement, au point où la trajectoire rencontre le solide frappé, c'est-à-dire au point d'*impact*, l'incidence étant sensiblement normale; c'est ce que j'ai prouvé depuis longtemps par une série de tirs nombreux. J'ose affirmer, de nouveau, qu'une balle sphérique marchant à grande vitesse ne touche jamais *immédiatement* l'obstacle au point mathématique de l'impact, soit qu'elle traverse des milieux, soit qu'elle s'y enfonce seulement, soit qu'elle les brise, l'observation, bien entendu, se faisant au moment du choc.

» L'Académie reconnaîtra, d'un autre côté, la similitude des phénomènes que j'ai constatés avec les effets remarquables analysés par l'un des savants membres de la Section de Mécanique : je veux parler de l'*écoulement des solides*, étudié par M. Tresca.

» Mes tirs ont lieu dans un bloc de fonte percé dans la masse d'un cône creux, vers le fond duquel se trouve un cylindre en acier, creusé de façon à former le prolongement du premier cône; il est terminé à son sommet par une ouverture circulaire de $0^{m},003$ à $0^{m},005$ de diamètre. Une balle (de $0^{m},017$ de diamètre), qui serait comprimée dans ce cône par une forte pression, épouserait la forme du cône creux dans sa partie rétrécie et sortirait, partiellement, par l'ouverture, en présentant un cylindre de la forme de l'ouverture, ou ayant sensiblement son diamètre.

» Le bloc est en communication avec un dispositif destiné à recueillir l'air qui précède le projectile; il consiste en un canon de fusil, vissé dans le gros bloc et rattaché à un réservoir d'eau, contenant une cloche destinée à recueillir l'air. Le canon, le réservoir et la cloche ont été préalablement remplis d'eau.

» Une partie du plomb de la balle passe par l'ouverture et se rend avec

l'air dans le canon, où l'on retrouve des fragments de plomb détachés de la balle, la portion principale restant fixée dans le cône et faisant fonction d'obturateur. La force vive due à la vitesse de la balle opérait donc comme la pression dans l'expérience de M. Tresca, réalisée à l'aide de la presse hydraulique ou du balancier. L'écoulement de la balle, ainsi que celui de l'air, se faisaient par l'orifice.

» Pour empêcher l'écoulement de l'eau avant le tir, on plaçait une calotte sphérique de laiton très mince, du diamètre de la balle, dans la partie rétrécie du cône, ou tout autre obstacle très léger, du papier, de la graisse, un peu d'argile, etc.

» L'appareil, solidement fixé, recevait la balle, dont une portion s'écoulait par l'ouverture. Les fragments détachés rappellent par leur forme, d'une manière frappante, les figures classiques des veines fluides, s'écoulant par des orifices en mince paroi. Pour les solides, il y a, sans doute, rupture aux rétrécissements et les gouttes se détachent, puisqu'on les retrouve, en général, isolées dans l'eau du canon de fusil avec quelques débris informes.

» Quelques balles tirées dans le cône sont absolument pointues; d'autres montrent une goutte oblongue qui adhère encore.

» Il me reste, à propos de ces tirs et de l'appareil présenté, un point important à signaler, à mon sens : c'est l'action mécanique que l'air, l'eau et le solide exercent quand on force l'air à se rendre dans le canon de fusil, fixé à l'extrémité du cône. On sait que si on laisse de l'air entre la charge d'un fusil et la bourre, le fusil recule violemment et le canon peut même s'enfler ou crever; un tampon de neige ou de terre qui bouche l'extrémité du canon de fusil (je parle des anciennes fabrications) le fait presque toujours éclater.

» Le canon d'un fusil éclate encore si l'on tire lorsque son extrémité libre plonge dans l'eau. On attribue ces ruptures à la rapidité avec laquelle le mouvement, provoqué par les gaz de la poudre, s'exerce sur les parois avant d'avoir déplacé l'obstacle qui s'oppose à la libre expansion des gaz.

» Or, voici ce qui m'est arrivé en lançant des balles dans le cône solidaire du canon de fusil qui a servi dans quelques-unes de mes expériences. Ce canon en fer, de première qualité, de 1^{m} de longueur, a d'abord été crevé à $0^{m},46$ de la culasse; la fente, très large du reste, s'étendait sur une longueur de $0^{m},07$. On fit scier le bout détérioré, ce qui réduisit la lon-

gueur du canon à $0^m,42$; l'épaisseur variable de ce tronçon était de $0^m,003$, au minimum. Un nouveau tir détermina une fente étroite, ayant $0^m,11$ de longueur; mais, de ce côté, se rapprochant de la culasse, l'épaisseur minimum des parois était de $0^m,005$.

» Enfin, ayant laissé un bout libre de $0^m,085$, celui-ci fut crevé en présentant une large fente sur toute sa longueur, et sur une portion de la partie filetée et vissée dans le bloc de fonte; la résistance fut assez forte pour fendre celui-ci sur toute sa longueur. Or, ce bloc, à section presque carrée, n'avait pas moins de $0^m,07$ de côté; la paroi, fendue dans toute sa longueur, avait une épaisseur de $0^m,02$ sur une longueur de $0^m,05$, $0^m,015$ sur une longueur de $0^m,04$, et se terminait en un cône ouvert, allant en s'amincissant sur $0^m,05$ environ. Bien plus, le cône intérieur mobile, souvent en acier à faible trempe, a été fendu de même, ainsi que le tube recourbé à angle droit qui se rend sous la cloche destinée à recueillir l'air; celle-ci, d'abord en verre épais, a été remplacée, à différentes reprises, par des cloches de verre consolidées par des garnitures en métal, puis enfin par des cloches en métal; les cloches de verre, garnies ou non, étaient souvent brisées et l'expérience perdue.

» Je fais usage de simples tubes en caoutchouc pour relier le canon de fusil au tube recourbé à angle droit qui se rend dans le vase servant de cuve à eau, et sous la cloche destinée à recueillir l'air; on comprend qu'il faut fixer celle-ci solidement pour l'empêcher d'être projetée.

» Les données expérimentales de cette Note et de celles déjà publiées par l'Académie, au sujet de l'air qui accompagne les projectiles, me paraissent avoir une importance réelle, lorsqu'il s'agit de déterminer la résistance de l'air pour des projectiles de formes diverses, animés de vitesses différentes et pour le même projectile, suivant les points de la trajectoire où l'on prend cette vitesse.

» D'après mes expériences, la résistance de l'air comporte des facteurs dont l'artillerie n'a pas tenu assez compte. Cette résistance me paraît variable sur toute la durée de la trajectoire, en vertu :

» 1° De la masse du projectile;

» 2° De la forme de la masse d'air adhérente;

» 3° De la vitesse;

» 4° De la poussée des gaz de la poudre, en arrière, jusqu'à une certaine distance de la bouche à feu;

» 5° Enfin, à partir de l'instant très court où le projectile est égale-

ment pressé dans tous les sens par l'air, c'est-à-dire lorsque la compression en avant et le vide en arrière ont cessé.

» On sait qu'un projectile sphérique, dans son mouvement de descente dans l'air, acquiert, par son poids, une vitesse croissante, tendant, en vertu de la résistance de l'air, à devenir uniforme. Pour la balle de plomb du diamètre de $0^m,0167$ et du poids de $0^{kg},027$, dont je fais usage, la vitesse maximum n'est que de 62^m par seconde, tandis que la bombe de 32^{cm} (dont le diamètre est $0^m,3206$ et le poids 75^{kg}) peut acquérir une vitesse maximum de chute de $160^m,5$ par seconde.

» Il est incontestable que ces sphères, en tombant, sont précédées d'une *proue* d'air qui se meut avec elles. »

CHIMIE. — *Sels sulfurés nouveaux produits avec le sesquisulfure de phosphore.* Note de M. G. LEMOINE.

« Le sesquisulfure de phosphore, Ph^2S^3, que j'ai découvert en 1864 (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 890), doit correspondre à un composé oxygéné Ph^2O^3 qui paraît s'oxyder avec une extrême facilité. Les recherches que j'ai faites sur ce sujet m'ont amené à produire diverses séries de sels sulfurés nouveaux : ce sont des *sulfoxyphosphites*, c'est-à-dire des phosphites où $2^{éq}$ d'oxygène sont remplacés par $2^{éq}$ de soufre : ils rappellent ainsi les sulfoxyarséniates de MM. Cloëz et Bouquet et les sulfoxyphosphates de M. Würtz. Mais, en outre, certains de ces sels contiennent de l'hydrogène sulfuré qui remplace l'eau de cristallisation, ou même l'eau de constitution nécessaire à l'existence des phosphites.

» *Action des alcalis sur le sesquisulfure de phosphore.* — Le sesquisulfure de phosphore s'attaque facilement par une dissolution aqueuse de potasse ou de soude caustique, en dégageant de la chaleur. Malgré les précautions prises pour ralentir la réaction soit par le refroidissement, soit par la dilution, il se dégage de l'hydrogène mêlé d'hydrogène phosphoré; on a même une très petite quantité de phosphore insoluble : le produit définitif de la réaction n'appartient donc plus au type du sesquisulfure de phosphore. Dans la dissolution obtenue, les caractères des sulfures se trouvent complètement dissimulés : ainsi, quand le sesquisulfure de phosphore a été pris en excès, on a avec l'acétate de plomb un précipité orangé qui subsiste quelque temps avant de prendre la couleur noire caractéris-

tique du sulfure de plomb. En évaporant la liqueur dans le vide, on obtient des cristaux en aiguilles qui correspondent à la formule (1)

$$PhO^3, 2NaS, 6HO = PhOS^2, 2NaO, 6HO.$$

» *Action du sesquisulfure de phosphore sur le sulfhydrate de sulfure de sodium.* — Cette action est analogue à la précédente, car NaS, HS en présence de l'eau équivaut à NaO + 2HS : il se dégage un mélange d'hydrogène sulfuré et d'hydrogène phosphoré; on a même un très léger dépôt de phosphore insoluble. La dissolution faite en partant d'un excès de sesquisulfure de phosphore, étant évaporée dans le vide, perd de l'hydrogène sulfuré : après avoir séparé un premier dépôt, on obtient un sel qui ne diffère du précédent qu'en ce que 2HS y remplace 2HO :

$$PhO^2, 2NaS, 2HS, 4HO = PhOS^2, 2NaO, 2HS, 4HO.$$

» *Action du sesquisulfure de phosphore sur le sulfhydrate d'ammoniaque.* — La dissolution obtenue, étant évaporée dans le vide, perd de l'hydrogène sulfuré. Elle a été fractionnée de la manière suivante.

» Très souvent, surtout en été, la dissolution dépose assez vite des cristaux qui, essorés et séchés dans le vide, correspondent à la formule

$$PhO^3, 2AzH^4S, 3HS = PhOS^2, 2AzH^4O, 3HS.$$

» Ce dépôt humide, séché à 100° dans un courant d'hydrogène sulfuré, donne

$$PhO^3, 2AzH^4S, HS.HO = PhOS^2, 2AzH^4O, HS, HO.$$

(1) Les analyses ont été faites par les méthodes suivantes :

Phosphore. — Attaque par l'acide chlorhydrique; on reprend par l'acide azotique; on sature par l'ammoniaque; on précipite à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

Hydrogène. — Combustion par l'oxyde de cuivre, comme pour une analyse organique.

Soufre. — Oxydation par la potasse et l'hypobromite de potasse, par la méthode de MM. Delachanal et Mermet (*Annales de Chimie et de Physique*, 1877, t. XII); dosage à l'état de sulfate de baryte.

Sodium. — Attaque par l'acide azotique faible : on peroxyde par de l'acide azotique concentré; séparation de l'alcali et de l'acide phosphorique par le carbonate d'argent, d'après la méthode de M. Chancel (*Comptes rendus*, 1859, t. XLIX); pesée du sulfate de soude.

Azote. — Dosages : 1° par la chaux sodée; 2° par ébullition avec la potasse, en recueillant les vapeurs dans de l'acide sulfurique titré.

Tous ces dosages ont été contrôlés au moyen de précipitations par l'acétate de plomb, en déterminant la quantité d'oxyde de plomb entrée en réaction.

» La liqueur mère qui a fourni les cristaux, évaporée dans le vide, donne

$$PhO^3, 2AzH^4S, 2HO = PhOS^2, 2AzH^4O, 2HO.$$

» *Remarques générales.* — Tous ces sels appartiennent au même type, puisqu'ils renferment pour $1^{éq}$ de phosphore $2^{éq}$ de sulfure alcalin.

» Ils précipitent la plupart des sels métalliques. Avec l'acétate de plomb, ils donnent d'abord le sel de plomb correspondant qui, suivant les cas, contient 2PbO ou 3PbO et a une couleur variant du jaune au rouge; mais bientôt il y a dédoublement en sulfure de plomb et acide phosphoreux.

» Les sels solides dégagent avec l'acide chlorhydrique de l'hydrogène sulfuré.

» Chauffés vers 200° ou 240°, sans addition d'eau, ils perdent de l'hydrogène sulfuré, mais ils retiennent obstinément, même après de longues heures de chauffe, une portion de leur soufre ; ils paraissent alors donner certains composés intermédiaires, en même temps qu'il y a destruction partielle de la molécule.

» Les dissolutions perdent de l'hydrogène sulfuré quand on les chauffe, et finissent par l'abandonner complètement, grâce à l'action de l'eau, en se changeant en phosphites. Ainsi, en partant du produit de la réaction de la soude caustique et en chauffant jusque vers 180°, on a :

$$PhO^3, 2NaO, 2HO.$$

» Le produit de la réaction du sulfhydrate d'ammoniaque donne, dans les mêmes conditions,

$$PhO^3, AzH^4O, 3HO,$$

sel acide qui, traité par l'acétate de plomb, se change en

$$PhO^3, 2PbO, HO.$$

» Le soufre contenu dans tous ces édifices moléculaires complexes est à deux états distincts.

» 1° Dans quelques sels, l'hydrogène sulfuré remplace un certain nombre des équivalents d'eau de cristallisation ou même de constitution des phosphites : il s'y produit le plus souvent, dès la température ordinaire, une dissociation analogue à celle des sels efflorescents, et, en ouvrant les tubes scellés où l'on conserve ces corps, on constate toujours un dégagement d'hydrogène sulfuré.

» 2° Dans tous ces sels, il y a $2^{éq}$ de soufre qui semblent plus intime-

ment unis. On pourrait se demander si le sel est une combinaison de l'acide phosphoreux avec un sulfure métallique ou de l'oxyde métallique avec l'acide phosphoreux sulfuré PhOS², 3HO. Cette dernière hypothèse me paraît devoir être adoptée, de même que pour les sulfoxyarséniates et les sulfoxyphosphates, car l'acide phosphoreux libre décompose les sulfures alcalins en dégageant de l'hydrogène sulfuré.

» L'ensemble de ces expériences confirme une fois de plus l'analogie de fonctions chimiques du soufre et de l'oxygène. »

CHIMIE. — *Sur l'acide tungstoborique et ses sels.* Note de M. **D. Klein**, présentée par M. Wurtz.

« Dans plusieurs Mémoires précédents, nous avons décrit sommairement l'acide tungstoborique et divers tungstoborates. Nos recherches sur ce sujet étant à peu près complètement terminées, nous croyons bien faire en donnant un résumé de l'ensemble de notre travail, en renvoyant pour certains détails à nos Communications antérieures.

» *Acide tungstoborique :* $9TuO^3, Bo^2O^3, 2H^2O + 18Aq$. — Il a été obtenu en décomposant le tungstoborate de baryum par une solution titrée d'acide sulfurique.

» Il se présente sous forme d'octaèdres quadratiques, jaunes, très brillants, solubles dans moins de 12 pour 100 de leur poids d'eau, tout aussi solubles dans l'alcool et dans l'éther.

» Sa solution possède une densité un peu inférieure à 3.

» En présence des peptones et des alcaloïdes, il donne la réaction de l'acide phosphotungstique de M. Scheibler. Il précipite, comme lui, la quinine de ses dissolutions très diluées. On peut, à l'aide de l'acide tungstoborique, déceler des traces de cet alcaloïde.

» *Tungstoborates.* — Nous n'avons pu obtenir que des tungstoborates monobasiques ou bibasiques.

» En présence de l'acide chlorhydrique et du zinc, les tungstoborates donnent les réactions des métatungstates.

» *Tungstoborate de baryum :* $9TuO^3, Bo^2O^3, 2BaO + 16Aq$. — Déjà décrit dans un Mémoire précédent.

» *Tungstoborate monosodique :* $9TuO^3, Bo^2O^3, Na^2O, H^2O + 22Aq$. — Ce sel s'obtient en ajoutant un grand excès d'acide chlorhydrique à la dissolution sirupeuse provenant du traitement de Na^2TuO^4 par l'hydrate

borique BoO^3H^3, évaporant à siccité, répétant cette opération à deux ou trois reprises, et faisant cristalliser dans le vide la solution filtrée et concentrée à chaud jusqu'à séparation de cristaux de chlorure de sodium.

» Ce sel est soluble dans le quart de son poids d'eau; densité de la solution saturée à 15° = 2,6 environ.

» *Tungstoborate disodique.* — Octaèdres orthorhombiques, préparés par double décomposition en partant du tungstoborate de baryum. Leur composition est représentée par la formule

$$9TuO^3, Bo^2O^3, 2Na^2O + 11Aq.$$

Ils sont solubles dans moins du tiers de leur poids d'eau; densité de la solution saturée à 15° = 2,4.

» *Tungstoborate de potassium :* $9TuO^3, Bo^2, O^3, 2K^2O + 13Aq.$ — On peut l'obtenir, soit par voie de double décomposition en partant du tungstoborate de baryum, soit par l'action de l'acide borique sur le paratungstate de potassium. Aiguilles prismatiques, à faces fortement striées, appartenant à un système droit.

» *Tungstoborate d'ammonium.* — Sel cristallisé, en octaèdres, obtenu en partant du sel de baryum. Il est tellement efflorescent qu'il est impossible de le dessécher, et même d'en égoutter l'eau mère. Il faut rapidement essuyer les cristaux entre des feuilles de papier buvard et les embouteiller dans des flacons hermétiquement fermés. Chauffé vers 200°, il donne de l'ammoniaque et des produits non examinés. La formule

$$9TuO^3, Bo^2O^3, 2AzH^3O + 18Aq$$

représente sa composition.

Tungstoborate de magnésium : $9TuO^3, Bo^2O^3, 2MgO + 22Aq.$ — Ce sel cristallise assez nettement dans une eau mère presque sirupeuse et très dense. Il est extrêmement soluble. Densité de la solution = 2,77.

» *Tungstoborate d'aluminium.* — Par l'évaporation spontanée sur l'acide sulfurique, sa solution l'abandonne sous forme d'une masse cristalline empâtée d'eau mère sirupeuse. Les analyses qui en ont été faites conduisent à la formule

$$(9TuO^3, Bo^2O^3)^3, \quad 2Al^2O^3 + 70Aq.$$

» *Tungstoborate chromique :* $(9TuO^3, BO^2O^3)^3, 2C^2O^3 + 70Aq.$ — Il se

présente sous forme de petits cristaux en aiguilles, déposés, par évaporation, sur l'acide sulfurique, au sein d'une eau mère presque sirupeuse, de densité 2,8.

» *Tungstoborate de manganèse* : $9TuO^3, Bo^2O^3, 2MnO + 17Aq.$ — Magnifiques cristaux brillants, d'une belle couleur rose, qui se ternissent rapidement, à peine sortis de l'eau mère, et qui ne se conservent pas, quelque précaution que l'on prenne. Ils deviennent rapidement opaques, et se transforment en une sorte de masse cristalline gris rosé, d'un assez vilain aspect. Très soluble. Densité de la solution saturée à $15° = 3,15$.

» *Tungstoborate de cadmium* : $9TuO^3 Bo^2O^3, 2CdO + 18Aq.$ — Densité de la solution saturée à $15° = 3,28$ à $3,30$.

» *Tungstoborate de nickel* : $9TuO^3, Bo^2O^3, 2NiO + 18Aq.$ — Densité de la solution saturée à 15° : 3,29.

» *Tungstoborate de cobalt* : $9TuO^3, Bo^2O^3, 2CoO + 18Aq.$ — Densité de la solution saturée à $15° = 3,32$. Ces trois sels ont été décrits avec détail dans une Communication précédente (*Comptes rendus*).

» *Tungstoborate d'uranium* : $(9TuO^3, Bo^2O^3)^2, (U^2O^3)^3, H^2O + 30Aq.$ — Croûtes cristallines, obtenues par évaporation dans le vide sec. Elles sont tellement adhérentes à la capsule qu'il est nécessaire de les briser pour les en détacher. Densité de la solution saturée à $15° = 3,15$ environ.

» *Tungstoborate de cuivre* : $9TuO^3, Bo^2O^3, 2CuO + 18Aq.$ — Sa forme cristalline n'a point encore été étudiée. Ce sel est très soluble. Densité de la solution à $22° = 2,8$ à $2,9$.

» *Tungstoborate de zinc* : $9TuO^3, Bo^2O^3, 2ZnO + 18Aq.$ — Il cristallise en aiguilles confuses, au milieu d'une eau mère presque sirupeuse. Densité de la solution saturée à $18° = 3,10$.

» *Tungstoborate de plomb* : $9TuO^3, Bo^2O^3, 2PbO + 11Aq.$ — Croûtes cristallisées, peu solubles à froid, très solubles à chaud, obtenues en faisant agir l'acide tungstoborique sur le carbonate de plomb.

» *Tungstoborate de thallium.* — Paillettes cristallines, excessivement peu solubles à froid. Leur composition correspond à la formule $9TuO^3, Bo^2O^3, 2TlO + 5Aq.$

» *Tungstoborate d'argent* : $9TuO^3, Bo^2O^3, 2Ag^2O + 14Aq.$ — Poudre cristalline, très peu soluble à froid.

» *Tungstoborate céreux* : $9TuO^3, Bo^2O^3, 2CeO + 19Aq.$ — Octaèdres roses, assez solubles.

» *Tungstoborate mercureux.* — C'est le précipité jaune pâle, pesant, que l'on obtient en précipitant par le nitrate mercureux les dissolutions de tous

les borotungstates. Desséché à 100°, il possède la composition représentée par la formule $9TuO^3, Bo^2O^3, 2Hg^2O$.

» Il est de notre devoir de faire ressortir les incertitudes de notre travail. Dans une recherche de ce genre, on est obligé de doser l'acide borique par différence, et les différences de l'ordre des erreurs d'expériences correspondent à des formules absolument distinctes. Cependant nos résultats sont assez concordants pour que toutes les probabilités soient en faveur des formules par lesquelles nous représentons la composition de l'acide tungstoborique et de ses sels. »

CHIMIE. — *Dosage de l'acide phosphorique par les liqueurs titrées.* Note de M. **Eug. Perrot.**

« La méthode que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie donne un grand degré de netteté et me semble plus rapide que celles qu'on a jusqu'ici proposées. Elle a pour base les faits suivants :

» 1° La propriété que possèdent les phosphates de chaux, d'être précipités par l'ammoniaque.

» 2° La solubilité des phosphates de chaux et de magnésie dans l'acide acétique, et l'insolubilité des phosphates de fer et d'alumine dans ce réactif.

» 3° La propriété dont jouissent les phosphates solubles, acides ou basiques, de précipiter les sels d'argent, sous forme d'un précipité jaune de phosphate tribasique d'argent $(AgO)^3 PhO^5$. Ce précipité jaune citron est insoluble, excepté dans l'ammoniaque.

» 4° Enfin la facilité avec laquelle on peut doser l'argent non employé à la réaction.

» D'après ce qui précède :

» On prépare une solution d'argent, en dissolvant 6^{gr}, 895 d'azotate d'argent pur dans l'eau distillée ; on complète le volume pour faire 1000^{cc}, ce qui correspond à 4^{gr}, 565 d'argent par litre ; 100^{cc} de cette liqueur précipitent 0^{gr},710 d'acide phosphorique. D'autre part, on dissout 5^{gr},414 de chlorure de sodium pur dans l'eau distillée, et l'on complète le volume de 2000^{cc}; 100^{cc} de cette solution précipitent 0^{gr},500 d'argent

» Les liqueurs étant convenablement préparées, on peut procéder au dosage. A cet effet, on attaque la matière phosphatée par l'acide azotique d'une densité de 1030. La solution filtrée, on lave la partie insoluble à

l'eau distillée chaude; les eaux de lavage réunies à la liqueur acide, on sursature celle-ci par l'ammoniaque.

» Le précipité formé, qui contient tous les phosphates, est lavé à l'eau distillée ammoniacale; ce lavage une fois terminé, sur un très petit filtre sans pli, on dissout le précipité sur le filtre même (en changeant de récipient) en l'arrosant avec de l'acide acétique; les phosphates de chaux et de magnésie seuls sont dissous. On lave la partie insoluble avec de l'acide acétique dilué; la liqueur filtrée est de nouveau additionnée d'ammoniaque, jusqu'à formation d'un précipité ne se dissolvant plus par l'agitation ; on fait disparaître ce précipité par une goutte d'acide acétique. Cette liqueur a dû être recueillie dans un flacon de 250^{cc}, se bouchant à l'émeri; on y verse, au moyen d'une pipette graduée, 100^{cc} de la solution d'argent désignée ci-dessus, on agite, et il se produit aussitôt le précipité jaune caractéristique de phosphate d'argent; ce précipité déposé, on verse la solution salée, au moyen d'une burette graduée en dixièmes de centimètre cube, jusqu'à cessation complète du précipité caillebotté ou du louche de chlorure d'argent; on opère, du reste, comme pour l'essai d'une monnaie : on lit sur la burette le volume de liqueur salée employé.

» Si l'on a en vue de doser séparément l'acide phosphorique soluble, il est entendu qu'il suffit de traiter la matière par l'eau, sans traitement par l'acide. Si l'on cherche l'acide rétrogradé, on l'isolera d'abord par le citrate d'ammoniaque, en se conformant d'ailleurs aux méthodes connues.

» Malgré l'abondance des détails, cette méthode est rapide, puisque l'on n'a pas à attendre le dépôt toujours long du phosphate ammoniaco-magnésien; elle présente, de plus, l'avantage d'une réaction nette et précise. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur quelques-unes des recherches scientifiques contenues dans les manuscrits de Léonard de Vinci.* Lettre de M. **Ch. Ravaisson** à M. le Président.

« Dans une de ses récentes séances, l'Académie a entendu M. Govi lui signaler des inventions remarquables, relatives à la locomotion aérienne, que contiennent les manuscrits de Léonard de Vinci, et en particulier l'un de ceux, au nombre de douze, que possède la Bibliothèque de l'Institut. Ce dernier manuscrit, marqué de la lettre B, est celui d'où Delécluze avait tiré la description et la représentation d'un canon à vapeur.

» Dans le même Volume, on rencontre la description d'un procédé à employer pour percevoir des sons lointains, procédé offrant de l'analogie avec un de ceux qui ont été imaginés dans ces dernières années pour le même objet et qui ont précédé la découverte du téléphone électrique :

« Si tu arrêtes ton navire, que tu mettes la tête d'une sarbacane (d'un tube) dans l'eau et que tu te mettes l'autre extrémité à l'oreille, tu entendras des navires très éloignés de toi. Et tu feras de même en plaçant ladite tête de sarbacane (du tube) en terre et tu entendras ce qui passe loin de toi (¹).

» Ce Volume, qui renferme des documents si curieux pour l'Histoire des sciences, j'en prépare depuis quelque temps la publication, pour faire suite à celle du manuscrit A que j'ai offert à l'Institut au mois de décembre de l'année 1880. L'Académie apprendra peut-être avec satisfaction que le manuscrit B paraîtra dans peu de mois, dans les mêmes conditions que le manuscrit A (le texte reproduit en fac-simile par la phototypie et accompagné d'une transcription en caractères typographiques et d'une traduction française); la publication des autres manuscrits de Léonard que possède l'Institut suivra de près (²). »

M. **Bellon** adresse une Note relative à un mode d'extraction de la racine carrée.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

(¹) Voici le texte italien, écrit à rebours, au recto du folio 6 : « Se fermerai il tuo navilio e metterai la testa duna cierbottana inellacqua e laltra stremita ti metterai al orechio, sentirai i navili lontani assai datte, equelmedesimo farai ponendo ladetta testa di cierbottana in tera essentirai chpassa lontano datte. »

(²) Sur cette publication voir les *Ecrits de Léonard de Vinci*, par Charles Ravaisson-Mollien (Extrait de la *Gazette des Beaux-Arts;* Quantin, éditeur).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 SEPTEMBRE 1881.

Bibliothèque de l'École des Hautes-Études, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Section des Sciences naturelles, t. XXII. Paris, G. Masson, 1881; in-8°. (Deux exemplaires.)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. 1881, août. Paris, Dunod, 1881; in-8°.

Des lignes isogoniques au seizième siècle; par J. D'ANDRADE CORVO. Lisbonne, impr. de l'Académie royale des Sciences, 1881; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Étude sur les liquides extraits des kystes ovariques; par le Dr C. MÉHU. Paris, Asselin et Cie, 1881; br. in-8°.

State of Indiana. Second annual report of the department of statistics and geology 1880. Indianapolis, Carlon et Hollenbeck, 1880; in-8° relié.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1881, Part. II. London, 1881; in-8°.

A list of the officers and fellows of the chemical Society. London, Harrison, 1881; br. in-8°.

Magnetical and meteorological observations made at the government Observatory Bombay in the years 1871 *to* 1878 *under the superintendence of Charles* CHAMBERS *and* F. CHAMBERS. Bombay, printed for government, 1881; in-4°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI, Tomo XIII, novembre 1880. Roma, 1880; in-4°.

B.-A. GOULD. *Sobre il cometa de mayo y junio de* 1881 *y su observacion, hecha el* 11 *de junio.* Cordoba, 1881; br. in-8°.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani, disp. 6a, vol. X, giugno 1881. Roma, tipogr. A. Paolini, 1881; in-4°.

Osservazioni del diametro orizzontale del Sole fatte al R. Osservatorio del Campidoglio negli anni 1878 *e* 1879. Memoria del Prof. L. RESPIGHI. Roma, Salviucci, 1880; in-4°.

Catalogo delle declinazioni medie pel 1875,0 *di* 1463 *stelle, compresi fra i paralleli* 20° *e* 64° *nord, compilato sulle osservazioni fatte al circolo meridiano del R. Osservatorio del Campidoglio negli anni* 1875, 1876 *e* 1877 *dal* Prof. L. RESPIGHI. Roma, Salviucci, 1880; in-4°.

Intorno al principio della media arithmetica. Nota del Prof. G. JUNG. Milano, tip. e lit. degli Ingegneri, 1881; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 SEPTEMBRE 1881.

École des Ponts et Chaussées. Collection de dessins distribués aux Elèves. Légendes explicatives des planches. T. II, comprenant les livr. 8 à 17. Paris, Impr. nationale, 1881; 1 vol. in-8°, avec Atlas in-f°.

La circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies; par M. E.-J. MAREY. Paris, G. Masson, 1881; in-8°.

Théorie géométrique du pendule de Foucault. Note sur les tramways de Bordeaux; par M. ORDINAIRE DE LACOLONGE. Bordeaux, Féret et fils, 1881; br. in-8°. (Présenté par M. Tresca.)

Tarif de quadrature; par M. A.-B. GUIBERT. Paris, L. Guérin, 1881 in-4°. (Renvoyé au concours Montyon, Mécanique.)

Fête nationale des Canadiens français célébrée à Québec en 1880; *par* H.-J.-J.-B. CHOUINARD. Québec, impr. A. Cote, 1881; in-8° relié.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 SEPTEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. E. Cosson fait hommage à l'Académie de la première Partie d'un Ouvrage dont il vient de commencer la publication, sous le titre « *Compendium floræ atlanticæ*, ou Flore des États Barbaresques, Algérie, Tunisie et Maroc » (Vol. I; première Partie : « Historique et Géographie », avec Cartes).

MÉMOIRES LUS.

ÉLECTRICITÉ ANIMALE. — *Recherches sur le Gymnote, faites dans le Vénézuéla par feu M. le Dr* Sachs. Note de M. du Bois-Reymond.

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie, en mon nom et en celui de mon collaborateur, le professeur Fritsch, l'un de mes assistants, d'un Volume de recherches sur le Gymnote électrique. Ce Volume a son histoire, et même, en quelque sorte, tragique.

» Frappé par le fait que, depuis les célèbres expériences de Humboldt et de Bonpland, du mois de mars 1800, aucun physiologiste n'avait expérimenté

sur le Gymnote dans les contrées habitées par ce poisson, je conçus, il y a cinq ans, le projet d'une expédition à cet effet dans le Vénézuéla. L'Académie des Sciences de Berlin voulut bien s'intéresser à ce projet, qui fut mis à exécution aux frais de la fondation Humboldt.

» L'un de mes élèves, le docteur Charles Sachs, également versé dans l'Histologie et dans la Physiologie expérimentale, se chargea d'aller étudier sur les lieux le Gymnote, dans les eaux marécageuses des Llanos de Calabozo. Il trouva les caños, les lagunes, aux environs de cette ville, fourmillant de Gymnotes comme du temps de Humboldt. Muni des appareils créés en Allemagne pour l'étude des phénomènes électrophysiologiques, il établit à Calabozo un véritable laboratoire, dans lequel, pendant le *verano*, c'est-à-dire l'hiver astronomique de 1876 à 1877, il soumit tour à tour à l'expérimentation la plus savante et à l'examen microscopique le plus minutieux les organes du plus redoutable parmi les poissons électriques.

» De retour à Berlin, en juillet 1877, le D^r Sachs, devenu l'un de mes assistants dans le nouveau laboratoire de Physiologie de cette ville, au lieu de rédiger aussitôt les résultats de ses recherches, s'occupa d'abord de la composition d'un livre qui, sous le titre de *Llanos*, contient la description de son voyage et une foule d'observations très curieuses sur toute sorte d'objets. Il allait mettre la main à l'œuvre pour donner au monde savant un ouvrage classique sur le Gymnote, quand il nous fut enlevé, à l'âge de vingt-cinq ans à peine, par une catastrophe subite. Le 18 août 1878, il périt d'une manière affreuse, en tombant dans une crevasse du glacier du Cevedale, dans les Alpes du Tyrol.

» Je restai héritier des journaux d'observation, des dessins et des notes rapportées par ce jeune savant. Ce n'est qu'une année plus tard que j'ai pu commencer à m'en occuper d'une manière suivie. Le Volume que j'ose mettre aujourd'hui sous les yeux de l'Académie contient les résultats de mon travail. Il me serait difficile d'en donner ici un résumé, même très incomplet. Destiné, à l'origine, à n'être qu'un exposé pur et simple des observations du D^r Sachs, cet Ouvrage est devenu peu à peu, entre mes mains, une monographie du Gymnote électrique.

» Pour l'Anatomie et l'Histologie, j'ai été secondé dans mon entreprise par le secours que M. Fritsch a bien voulu me prêter. Les travaux du D^r Sachs, détaillés dans le corps du Volume, ont déjà beaucoup élucidé les questions, aussi importantes qu'obscures, qui restaient à résoudre ici après les recherches de Max Schultze et de M. Pacini; et je dirai en passant qu'en général le D^r Sachs a donné raison à M. Pacini. Mais, à l'aide des exem-

plaires supérieurement conservés du Gymnote rapportés en grand nombre par le Dr Sachs, et de ses préparations, M. Fritsch a pu encore aller fort au delà de ce que les Notes du Dr Sachs contenaient de nouveau. On trouvera dans deux Appendices, munis de cinq Planches, à la fin du Volume, une anatomie détaillée du cerveau et de la moelle épinière du Gymnote, de laquelle émanent les nerfs électriques, ainsi que des recherches très approfondies sur l'organe électrique lui-même. Conformément à la belle découverte faite par M. Babuchin, de Moscou, sur la Torpille et les Raies, M. Fritsch a réussi à établir d'une manière presque certaine le développement des organes électriques du Gymnote comme résultant de la métamorphose de muscles striés. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Résultats obtenus, dans le traitement des vignes phylloxérées, par l'emploi du sulfure de carbone et du sulfocarbonate de potassium.* Lettre de M. HENNEGUY, délégué de l'Académie, à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Bordeaux, 21 septembre 1881.

» Depuis bientôt un mois, je suis à Bordeaux, où, grâce à l'obligeance de M. Laliman, qui a bien voulu mettre ses vignes à ma disposition, je cherche ce que deviennent les Phylloxeras gallicoles à la fin de la saison. Cette partie de l'histoire de l'insecte a été, en effet, négligée jusqu'à présent; on sait bien qu'il arrive un moment où l'on ne trouve plus rien dans les galles, mais on ignore le sort de leurs derniers habitants. J'espère vous faire connaître bientôt le résultat de mes observations.

» J'ai mis à profit les loisirs que me laissent mes recherches biologiques, pour continuer à visiter les vignobles qui ont été l'objet de traitements insecticides. Comme l'année dernière, je me suis principalement occupé des vignobles qui ont été traités sérieusement, c'est-à-dire dans toute leur étendue et plusieurs années de suite, négligeant ceux dont les propriétaires, peu confiants dans l'efficacité des insecticides, se sont bornés à faire des traitements intermittents, limités aux points d'attaque, et qui, naturellement, n'ont pu obtenir que des résultats peu concluants.

» Dans les environs de Libourne, beaucoup de viticulteurs essayent, depuis quelques années, de lutter contre le fléau. La submersion et le sulfure de carbone sont les moyens généralement employés. Les vignes submergées

ont un assez bel aspect, au point de vue végétatif; mais, par suite de la *coulure*, qui paraît être plus forte chez elles que chez les autres vignes, elles produisent très peu.

» Les vignes de M. Giraud, à Pomerol, et celles de M. Piola, à Saint-Emilion, sont les plus belles et les plus vigoureuses. M. Giraud, qui a été un des premiers à appliquer le sulfure de carbone, et qui ne s'est pas laissé décourager par les insuccès qu'il a éprouvés au début, est parvenu, non seulement à circonscrire les taches phylloxériques, mais encore à reconstituer la plus grande partie de son vignoble. Ses vignes étaient encore, le mois dernier, très vertes; elles portaient, il est vrai, peu de raisins, mais le fait est général cette année dans le Bordelais et tient à la *coulure*. M. Giraud n'a pas eu d'accidents dus au sulfure, sauf dans une petite pièce qui est située dans un bas-fond et qui a été traitée après de fortes pluies. La dose de sulfure employée à Pomerol est de 30^{gr} par mètre carré, distribuée en trois trous.

» Même bon résultat chez M. Piola, dont les vignes du Clos-Cadet et du Clos-Pouret tranchent nettement, par leur belle végétation, sur les vignobles voisins, qui, pour la plupart, n'existent plus qu'à l'état de vestiges. M. Piola ne met que 24^{gr} de sulfure par mètre carré, en quatre ou six trous. Les traitements, faits en octobre et en novembre, n'ont amené la mort d'aucune souche.

» Les viticulteurs de l'arrondissement de Béziers ont été vivement émus par les accidents qui ont suivi les traitements insecticides de cet hiver. Je suis allé revoir, à Baboulet, près de Capestang, le domaine de M. Jaussan, qui, l'année dernière, était un des plus beaux de la contrée. J'ai pu m'assurer qu'on avait beaucoup exagéré l'importance de ces accidents. Il y a, chez M. Jaussan, un certain nombre de ceps qui ont été tués, ou plutôt dont la végétation a été arrêtée cette année. Les ceps se trouvent au niveau des taches phylloxériques anciennes, dans les points où le terrain est fortement argileux, et dans ceux où il existe des dépressions dans lesquelles les eaux pluviales se réunissent et entretiennent l'humidité du sol. Comme M. Jaussan l'a très bien fait remarquer au Comice agricole de Béziers, on peut expliquer ces accidents par les mauvaises conditions dans lesquelles le traitement a été effectué. L'hiver dernier a été très pluvieux dans le Midi, et l'on n'a pas tenu compte de l'humidité du sol lorsqu'on a appliqué le sulfure de carbone. Seuls, les propriétaires qui ont employé de faibles doses n'ont pas eu d'accidents; aussi, M. Jaussan se propose-t-il de réduire dorénavant à 30^{gr}, 25^{gr} et 20^{gr} la dose d'insecticide par mètre carré.

» Du reste, beaucoup de ceps qui semblaient être morts ont poussé des sarments cet été et pourront être sauvés.

» La récolte de M. Jaussan sera inférieure à celle de l'année dernière, mais cette diminution tient principalement aux ravages que la Pyrale a faits à Baboulet, ravages qui ont porté surtout sur les souches dont la végétation était en retard, c'est-à-dire au niveau des taches phylloxériques et des points où le sulfure de carbone a produit des effets préjudiciables. Il en résulte que les points d'attaque paraissent s'être étendus; mais, en regardant de près, on voit que la vigne avait commencé à pousser de vigoureux sarments, qui n'ont pu se développer parce qu'ils ont été dépouillés de leurs feuilles.

» Tous les vignobles traités au sulfocarbonate de potassium, que j'ai vus cette année, sont dans un état de prospérité tout à fait remarquable. A Sainte-Foy-la-Grande (Gironde), le vignoble du Montet, que la Société nationale a loué à M. Damaniou, donnera une abondante récolte. Après trois ans seulement de traitement, de vieilles vignes, que l'on considérait comme perdues, et dont on avait arraché la moitié, sont aujourd'hui chargées de nombreuses et volumineuses grappes.

» M. Moullon, à Cognac, traite, depuis six ans, ce qui reste de son vignoble de Vitis-Parc par le sulfocarbonate de potassium. Environ 24000 souches, qui reçoivent, au mois d'avril ou de mai, 60^{gr} de sulfocarbonate et de 20^{lit} à 30^{lit} d'eau, sont aussi vigoureuses et donneront une récolte aussi abondante qu'avant l'invasion phylloxérique. M. Moullon traite de la même manière, depuis deux ans seulement, une pièce dans laquelle le sulfure de carbone n'avait pas donné de bons effets; les souches offrent une belle végétation, mais elles ont encore peu de fruit.

» Le domaine de M. Teissonnière, à la Provenquière, près de Capestang, est à sa troisième année de traitement par le sulfocarbonate de potassium; la récolte y sera à peu près aussi abondante que l'an passé: elle eût été supérieure, si la Pyrale n'avait pas ravagé certains points, comme chez M. Jaussan. Les taches phylloxériques ne se sont pas étendues, sauf sur les tertres et les coteaux, où le sol a très peu de profondeur, et où, comme on l'a remarqué partout, la marche du fléau est beaucoup plus rapide.

» Les résultats obtenus par M. Marès, à Launac, dépassent de beaucoup ceux de 1880. Malgré la grande humidité de l'hiver et du printemps, qui a empêché de cultiver les vignes, humidité à laquelle a succédé, depuis le mois d'avril, une sécheresse exceptionnelle, M. Marès aura, cette année, une récolte normale, comme aux beaux temps des vignobles de Montpellier.

La reconstitution des vieilles vignes est aujourd'hui complète et les jeunes plantiers de trois ans sont chargés de raisins. Quelques pieds cependant semblent être en souffrance, sur certains points ; cet état de dépérissement tient probablement aux mauvaises conditions climatériques et culturales auxquelles la vigne a été soumise cette année.

» L'époque des vendanges est évidemment le meilleur moment pour apprécier l'efficacité des traitements insecticides, car on peut alors seulement juger la vigueur de la végétation et la production de la vigne. Si l'on compare actuellement l'état des vignobles traités par le sulfure de carbone à l'état de ceux qui sont traités par le sulfocarbonate de potassium, on constate que, en général, les premiers conservent leur verdeur plus longtemps que les seconds, mais que leurs pampres, tout en étant très vigoureux, sont moins longs et portent moins de raisins que ceux qui ont reçu du sulfocarbonate. »

VITICULTURE. — *Observations relatives aux accidents survenus dans les vignes traitées en* 1881 *par le sulfure de carbone*. Note de M. **J. Pastre**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les nombreux accidents qui ont été signalés cette année ont été occasionnés, dans la plupart des cas, par l'excès d'humidité du sol. Le sulfure de carbone, injecté dans l'eau ou dans de véritables tubes dont l'argile compacte et humide formait les parois, a dû nécessairement, ou rester à l'état liquide, ou s'évaporer dans un espace trop restreint : dans les deux cas, dans le premier surtout, il a dû détruire les racines, grosses ou petites, qui se sont trouvées à sa portée.

» Il existe d'autres causes qui, dans une certaine mesure, peuvent produire les mêmes effets, par exemple un abaissement anormal de température ou un sol trop compact; mais ce sont là des exceptions locales et heureusement peu nombreuses. Le véritable danger, d'autant plus grave qu'il n'était généralement pas connu, provient de l'humidité excessive du sol; c'est à cette cause que nous devons les nombreux désastres qui ont découragé les timides et effrayé même ceux dont la conviction profonde paraissait inébranlable.

» ... Les observations faites sur mon vignoble, pendant les traitements de 1879, 1880, 1881, sans être absolument concluantes, me permettent d'espérer que nos efforts ne seront pas stériles.

» Pendant l'hiver de 1879-1880, je traitai, dans un terrain humide et très argileux, 1^{ha} de carignans. La température était très basse. Les carignans traités furent détruits presque complètement; quelques souches, plantées sur un drainage qui traverse une des parcelles traitées en diagonale, furent seules épargnées; le restant fut tué et, malgré tous mes soins, n'a pu être reconstitué. Averti par cet accident, qui m'avait surpris au début de mes expériences, j'ai agi cette année avec une grande prudence. Soit que les terrains sur lesquels j'opère soient plus perméables que les vignobles qui entourent Béziers, soit que le traitement ait été effectué dans des conditions plus favorables, je n'ai pas eu à déplorer un seul accident grave; à l'exception de cinq rangées de bourret, maltraitées à dessein, je puis affirmer qu'aucune souche n'a été tuée cette année dans mon vignoble par le sulfure de carbone.

» Voici quelle est la méthode qui a été strictement suivie. Les vignes étaient traitées lorsque le sol était suffisamment ressuyé. Dans un premier traitement, on injectait $22^{gr},80$ par mètre carré, dans sept trous faits au pied de chaque souche de la manière suivante, et suivant un schéma dressé par M. Henrion, délégué départemental de l'Aude, qui, avec son dévouement ordinaire, a bien voulu me prodiguer ses excellents avis. Huit jours après la première opération, on donnait un coup de piston à $0^{m},15$ du pied de la souche (dose de 6^{gr}). Le pal injecteur Gastine fonctionnait seul; les ouvriers et le moniteur surveillaient d'une manière toute particulière le bon fonctionnement du pal; une éprouvette graduée servait, d'ailleurs, à constater si le dosage était bien exact.

» M. Henrion m'ayant recommandé de ne pas sulfurer des terrains trop humides, je suivis ses prescriptions rigoureusement, parce qu'elles me paraissaient rationnelles. Mais, à titre d'expérience, je choisis cinq rangées de bourret, fort belles en 1880; je les traitai alors que le sol était très humide; le restant du bourret fut laissé comme témoin. En juin, la partie non traitée était splendide, tandis que les cinq rangées sulfurées ne valaient absolument rien. Vers le 10 juin, les rangées belles ont été traitées avec des doses variant de 10^{gr} à 15^{gr} par mètre carré et en éloignant les trous à $0^{m},60$ du pied de la souche. L'injection au pied a été supprimée. Une seule souche a pâli, les fruits sont tombés, mais elle n'est pas morte et paraît même aujourd'hui assez vigoureuse. Quant aux cinq rangées traitées en hiver, quoique leur état se soit amélioré, leur végétation n'est pas vigoureuse, et je crains bien qu'elles ne puissent plus être sauvées.

» Mais, si j'ai pu éviter les accidents occasionnés par l'emploi du sulfure de carbone dans un milieu trop humide, j'ai à constater cependant des déceptions graves, à côté de grands succès. En général, tous les carignans qui sont plantés dans les terres les plus argileuses, tout en conservant une couleur verte qui laisse quelque espoir, sont dans un piteux état. Tous les aramons qui furent traités en 1879, très phylloxérés, conservent aussi une belle couleur verte, mais le bois n'est ni assez long, ni assez aoûté pour

faire espérer une récolte prochaine. Dans les terres très argileuses et blanches, où la craie est mêlée à l'argile et où le pal s'enfonce très difficilement, le résultat a été négatif, non pas que le sulfure de carbone ait tué les souches, mais bien parce que, la diffusion des vapeurs ne se faisant probablement pas d'une manière régulière, le Phylloxera a pu continuer tranquillement son œuvre de destruction.

» Au contraire, dans les terres bien drainées, ou bien perméables, où l'argile est mêlée à une grande quantité de silice ou de calcaire, surtout dans le sous-sol se ressuyant très facilement, où les pals entrent sans effort, qui, au moment du traitement de 1879, n'étaient pas encore complètement envahies, les résultats ont été excellents. Dans certaines parties même, ils paraissent merveilleux; dans la Condamine Nord, par exemple, sur une étendue de 1^{ha}, la végétation est aussi luxuriante qu'aux plus beaux jours et le rendement sera peut-être plus considérable que dans les meilleures années : les vignes voisines sont, ou arrachées, ou fort malades, et, lors du traitement de 1879, il y avait dans la Condamine Nord une tache de cent souches qui a disparu.

» On peut se demander si le système radiculaire ne souffrira pas de ces injections annuelles de sulfure de carbone. La science n'a pas encore donné une solution définitive de ce problème, si difficile à résoudre; mais, en attendant l'arrêt des savants, je crois que nous devons suivre les excellentes règles formulées par M. Louis Jaussan, en y ajoutant quelques modifications rendues nécessaires par les accidents de cette année.

» 1° Traiter seulement les vignes dont l'état phylloxérique n'est pas trop grave.

» 2° Traiter pendant l'hiver et avec une température normale (c'est-à-dire suspendre le traitement lorsque le thermomètre est trop bas).

» 3° Ne traiter que des terres bien ressuyées.

» 4° Multiplier les trous et diminuer les doses, surtout lorsque la vigne est plantée dans une terre compacte et que l'invasion phylloxérique est ancienne.

» 5° Donner de fortes fumures et ajouter, aux fumiers de ferme, des sels de potasse (proscrire rigoureusement les tourteaux).

» 6° Surveiller l'état phylloxérique; si, après la première ou la deuxième année, tous les insectes ont disparu, suspendre le traitement; s'il en reste encore un petit nombre, injecter le sulfure de carbone à doses très réduites, afin de ne pas compromettre la viguêur des racines ou des radicelles qui se reconstituent. »

M. H. **Dubern** adresse une réclamation de priorité, au sujet du procédé employé par MM. *de la Tour du Breuil*, pour le traitement du minerai de soufre par le chlorure de calcium.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. V. **Laurenzi** adresse un Mémoire, écrit en italien, sur la diphtérite.

(Renvoi à la Commission des prix de Médecine et de Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *Quesnault*, intitulée « Mémoire sur les envahissements de la mer ».

2° Le Compte rendu de la séance publique annuelle de la Société nationale d'Agriculture de France, tenue le 7 août 1881. (Présenté par M. Chevreul.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes trilinéaires*. Note de M. **Le Paige**.

« Soit ABC un triangle quelconque ; sur les côtés AB, BC, CA, nous prenons trois points arbitraires c, a, b.

» Toutes les coniques qui passent par ces trois points coupent les mêmes côtés en trois nouveaux points c', a', b', qui représentent un terme de valeurs satisfaisant à une relation trilinéaire $f = 0$.

» Les trois covariants Σ de cette forme sont représentés par A et B, B et C, C et A.

» En effet, les cinq points c', a', b, c, a, par exemple, déterminent une conique, de telle sorte que le point b' est déterminé, sans ambiguïté, en général, pour les deux autres.

» Il n'en est plus ainsi lorsque c' et a' coïncident avec B ; dans ce cas, par les points B, a, b, c passent une infinité de coniques, et b' est indéterminé.

» Il en est encore de même lorsque C' est en A, a' en C. La conique déterminée par les cinq points c', a', a, b, c se compose des deux droites AC, ac ; par suite, b' est un point quelconque de AC.

» On a donc bien, sur les côtés du triangle, la représentation d'une forme trilinéaire dont le discriminant est différent de zéro.

» Si l'on joint les groupes de points homologues a', b', c', respectivement à trois centres fixes α, β, γ, on obtient trois faisceaux homographiques qui, par leurs intersections, engendrent une cubique. Cette cubique passera par les intersections des deux trilatères (αB, βC, γA) et (αC, γB, βA).

» Pour trouver un système de triangles tels que ABC, $\alpha\beta\gamma$ et une relation d'homographie $f = 0$, caractérisant une cubique déterminée par neuf points, il est nécessaire d'employer seulement la ligne droite.

» Parmi les neuf points donnés, choisissons-en quatre arbitrairement, α, β, γ, A.

» On sait qu'il est toujours possible de déterminer linéairement la troisième intersection d'une cubique avec une droite lorsque l'on connaît deux de ces intersections.

» La droite Aγ déterminera un point B', puis successivement $\beta'\alpha$, C; Cβ, A'; A'γ, B; Bα, C'; C'β passera par A, car la cubique donnée et les deux trilatères (A$\gamma\beta'$, BαC', CβA') et (A'γB, BαC, C'β), ayant huit points communs, en ont même un neuvième qui est A.

» En choisissant, parmi les six points A, B, C, A', B', C', trois points, A, B, C par exemple, dont deux ne soient pas en ligne droite avec un des points α, β, γ, on obtient un nouveau triangle.

» Les deux triangles $\alpha\beta\gamma$, ABC peuvent être employés pour engendrer la courbe.

» En joignant alors les trois points α, β, γ à un point M de la cubique, on obtient sur les côtés BC, CA, AB trois points a', b', c'.

» Une conique passant par $a'b'c'$ déterminera trois nouveaux points a, b, c, qui serviront, ainsi que ceux dont il a été question tantôt, comme bases d'un réseau de cubiques.

» La cubique, engendrée par les intersections des rayons homologues des trois faisceaux homographiques, sera bien la courbe cherchée puisqu'elle aura avec celle-ci les dix points communs A, B, C; A', B', C'; α, β, γ, et M.

» La détermination des deux triangles fondamentaux ABC, $\alpha\beta\gamma$ et du groupe abc peut se faire par des intersections de lignes droites, tandis que la détermination d'un système de Grassmann, à l'aide de neuf points, exige la solution d'un problème du quatrième degré.

» Au surplus, on peut, sans grande difficulté, tirer de ce qui précède un

mode de description d'une cubique, déterminée par neuf points, d'un mouvement continu.

» L'emploi des formes trilinéaires mène aussi, bien rapidement, à la détermination du genre des cubiques.

» Les rayons homologues des trois faisceaux homographiques sont caractérisés par la relation

$$(1)\quad \begin{cases} f = (A_{123} + x) x_1 y_1 z_1 + A_{112} x_1 y_1 z_2 + A_{133} x_1 y_2 z_1 \\ \qquad + A_{223} x_2 y_1 z_1 + A_{113} x_1 y_2 z_2 + A_{122} x_2 y_1 z_2 \\ \qquad\qquad + A_{233} x_2 y_2 z_1 + (A_{123} - x) x_2 y_2 z_2 = 0. \end{cases}$$

» Si les trois rayons homologues doivent concourir, on a, de plus,

$$(2)\qquad x_1 y_1 z_1 - x_2 y_2 z_2 = 0.$$

» Les paramètres $\frac{x_1}{x_2}, \frac{y_1}{y_2}, \frac{z_1}{z_2}$ peuvent être regardés comme définissant chaque point de la courbe.

» A cause des relations (1) et (2), en éliminant $\frac{z_1}{z_2}$, par exemple, on trouve

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{A_{112} y_1^2 + 2 A_{11} y_1 y_2 + A_{133} + y_2^2 \sqrt{P}}{2(A_{112} y_1^2 + A_{113} y_1 y_2)},$$

puis

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{A_{122} y_1^2 + 2 A_{123} y_1 y_2 + A_{133} y_2^2 - \sqrt{P}}{2(A_{223} y_1 y_2 + A_{233} y_2^2)},$$

$$\begin{aligned} P = A_{122}^2 y_1^4 &+ 4(A_{122} A_{123} - A_{112} A_{233}) y_1^3 y_2 \\ &+ (4 A_{123}^2 + 2 A_{122} A_{133} - 4 A_{112} A_{233} - 4 A_{113} A_{223}) y_1^2 y_2^2 \\ &+ 4(A_{123} A_{133} - A_{113} A_{233}) y_1 y_2^3 + A_{133}^2 y_2^4. \end{aligned}$$

» Cette forme biquadratique P est une transformée, par une substitution unimodulaire, de la forme Δ dont j'ai fait usage précédemment : elle a les mêmes invariants que la cubique.

» Il en résulte immédiatement que les cubiques sont du genre un, à moins qu'elles ne possèdent un point double ou un point de rebroussement, puisque dans ces deux cas P possède un facteur double ou un facteur triple.

» Il est facile de passer, des formules qui précèdent, à l'emploi des fonctions elliptiques pour la représentation des coordonnées d'un point de la courbe. »

PHYSIQUE. — *Comparaison photométrique des sources lumineuses de teintes différentes.* Note de M. A. Crova, présentée par M. A. Cornu.

« La mesure exacte du rapport des intensités de deux lumières, dont les températures d'émission sont très différentes, présente de grandes difficultés, à cause de la différence de composition des deux lumières à comparer; on ne peut établir exactement l'égalité d'intensité des ombres, ou bien des plages éclairées de l'écran photométrique, à cause des différences de leurs teintes.

» L'emploi d'un spectrophotomètre permet de surmonter cette difficulté.

» Supposons étalées, en deux spectres contigus, les radiations simples qui constituent la lumière émanant d'un régulateur électrique et celle d'une lampe Carcel étalon. Si les distances des deux sources au photomètre sont telles que leur éclairement moyen soit le même, les deux spectres seront loin de présenter le même aspect; celui des pointes de charbon est plus intense vers l'extrémité violette et moins lumineux vers le rouge que celui de la lampe. La température d'émission de la lumière électrique étant bien supérieure à celle de la lampe, le rapport des intensités des radiations simples de la lumière électrique aux intensités des lumières correspondantes du spectre de la flamme de la lampe sera, à égalité d'éclairage moyen, représenté par une fraction plus grande que l'unité vers le violet; mais, si l'on se rapproche du rouge, ce rapport diminuera graduellement, en obéissant à la loi de continuité, et sera moindre que l'unité à l'extrémité rouge.

» Il existe donc *une radiation simple déterminée,* dont la longueur d'onde dépend de la nature des deux lumières comparées, et pour laquelle ce rapport est exactement égal à l'unité; si cette radiation est exactement connue, la mesure du rapport de ses intensités, dans les deux spectres, donnera *exactement* le rapport des intensités totales des deux sources.

» J'ai construit un appareil très simple qui permet de réaliser pratiquement la conception théorique dont je viens de parler. Éclairons les demi-disques de l'écran d'un photomètre de Foucault avec une lumière électrique et celle d'une lampe Carcel étalon; les deux plages éclairées étant amenées à être tangentes, il est très difficile de juger de l'égalité d'éclairement, l'une des moitiés ayant une teinte bleuâtre par rapport à l'autre, qui paraît être d'un jaune orangé, et l'on peut déplacer la lampe étalon dans des limites

assez étendues, sans que l'œil puisse juger si l'égalité d'éclairement est réellement obtenue.

» Regardons l'écran en plaçant devant l'œil deux prismes de Nicol, dont les sections droites sont rectangulaires, et entre lesquels est placée une lame de quartz perpendiculaire à l'axe, de 9^{mm} d'épaisseur; l'œil voit alors les deux champs colorés d'une teinte verte, lavée de blanc, et, si l'on fait varier la distance de la lampe étalon, il arrive un moment où, l'égalité d'intensité étant obtenue, la ligne de démarcation des deux champs disparaît; une très petite variation de la distance de la lampe suffit alors pour faire naître un contraste très net entre les deux plages.

» L'épaisseur de la lame de quartz a été calculée de manière que son interposition entre les deux nicols rectangulaires donne naissance, dans le spectre des deux sources, à deux larges bandes d'interférence, situées dans les deux extrémités du spectre; en allant de ces deux bandes vers le milieu du spectre, l'intensité des diverses radiations conservées varie comme le cosinus carré de l'angle que fait la section droite du second nicol avec les plans de polarisation des diverses radiations qui ont subi, dans la lame de quartz, la dispersion rotatoire; il en est donc une pour laquelle le cosinus carré est égal à l'unité et qui ne subit aucun affaiblissement. On conçoit que l'on puisse, par tâtonnement, déplacer le second nicol et par là les deux bandes, de manière à conserver le maximum d'intensité à la radiation simple, dont la comparaison donnerait le même résultat que celle de l'intensité totale. Les radiations voisines sont de plus en plus rapidement affaiblies à mesure que l'on s'écarte de ce maximum, et cette circonstance diminue, au point de les rendre négligeables, l'influence de leurs différences d'intensités, qui croissent à mesure que l'on s'éloigne du maximum.

» Pratiquement, le système des nicols et du quartz est fixé dans le corps d'une petite lunette, disposée en face de l'écran du photomètre, sur le cône par le sommet duquel on le regarde. Cet instrument a été construit avec beaucoup de précision par M. Duboscq; essayé avec la lumière Drummond, un régulateur électrique ou la lumière solaire, comparativement à l'étalon carcel, il a immédiatement donné des résultats très précis, malgré la différence de teinte de ces diverses lumières. »

PHYSIQUE. — *Études sur l'action chimique de la lumière.* Note de M. G. LEMOINE.

» Je me suis proposé de comparer expérimentalement, à différents points de vue, l'influence de la lumière avec celle de la chaleur dans les réactions chimiques.

» *Transformations isomériques.* — On sait que, pour le soufre et le phosphore, la lumière produit les mêmes transformations que la chaleur.

» J'ai constaté qu'il en est de même pour le styrolène, qui, vers 200°, se change en métastyrolène. Dans un tube scellé exposé au soleil, le styrolène s'épaissit tellement à froid, qu'après vingt ou trente jours on peut déjà retourner le tube : le corps obtenu est insoluble dans l'alcool, et, chauffé au delà de 300°, il régénère le styrolène fluide. La même transformation s'effectue avec une dissolution alcoolique. Au contraire, dans l'obscurité absolue, j'ai conservé du styrolène parfaitement fluide pendant plus d'un an.

» Le chloral anhydre se change au soleil en un polymère solide, mais une partie du liquide se décompose par l'effet de la chaleur produite par cette transformation, et il se dégage des volumes à peu près égaux d'acide chlorhydrique et d'oxyde de carbone. La vitesse de la réaction varie extrêmement suivant l'intensité lumineuse.

» L'acétylène, exposé *trois ans* à la lumière, subit une condensation appréciable ; il prend une très faible teinte grise, et son volume diminue de 7 pour 100 ; dans l'obscurité, il reste intact.

» Pour le cyanogène *parfaitement sec,* je n'ai constaté aucune altération. Pour l'essence de térébenthine bien pure, au bout de trois ans, la déviation de la lumière polarisée est restée la même.

» *Influence de la dissolution.* — Beaucoup de réactions opérées par la lumière s'exercent aussi bien sur un corps que sur sa dissolution (soufre, phosphore, styrolène). Mais souvent il n'en est pas ainsi, à cause de la combinaison, quoique assez faible, qui peut exister entre le corps étudié et son dissolvant. L'acide iodhydrique gazeux se décompose au soleil : sa dissolution reste incolore (en l'absence de l'oxygène). Le chlorure d'argent, si sensible à la lumière, y reste inaltéré quand il est en dissolution dans l'ammoniaque (22 juillet 1879-16 septembre 1881).

» *Influence de la température.* — La vitesse des transformations chimiques varie souvent extrêmement avec la température, pour la lumière

comme pour la chaleur. Les faits suivants, joints à d'autres déjà connus, montrent que l'élévation de la température accélère les réactions que la chaleur seule pourrait produire.

» 1° Du styrolène parfaitement fluide a été mis dans quatre tubes entourés d'eau : au soleil, à 100° et vers 25°; dans l'obscurité, à 100° et vers 25° (8-31 juillet 1880, temps très souvent couvert); à 100°, le styrolène exposé au soleil s'est complètement solidifié, tandis qu'à l'obscurité il gardait encore une légère fluidité. A 25°, le styrolène exposé au soleil avait perdu de sa fluidité primitive; dans l'obscurité, il était inaltéré.

» 2° L'iodure d'amidon en dissolution étendue a été soumis, par un très beau soleil (4 octobre 1879), à des expériences comparatives faites en maintenant la température constante. Il a fallu pour décolorer 5^{cc} :

Températures.....	5° (soleil)	20° (soleil)	35° (soleil)	35° (obscurité)
Nombre d'heures..	6^h	$3^h 40^m$	$0^h 18^m$	$1^h 40^m$

» *Influence des matières organiques.* — La lumière n'agit sur certains corps oxydants que grâce à la présence de matières organiques qui, tout au moins, accélèrent la réaction et lui permettent de commencer à une température plus basse. Aussi les expériences de photochimie exigent d'extrêmes précautions pour n'être pas troublées par les poussières de l'air.

» De l'acide chromique solide (4^{gr}) a été mis dans des tubes fermés vides d'air, puis exposé treize mois au soleil. En les ouvrant, on a eu : dans l'obscurité, $0^{cc},3$ de gaz; dans le rouge, $0^{cc},8$; dans le bleu, $2^{cc},1$. L'altération est donc insignifiante, sans être absolument nulle.

» L'oxyde d'argent, dans les mêmes conditions, n'a donné que $0^{cc},1$.

» Le bioxyde de mercure, exposé au soleil dans des tubes, ne dégage pas de gaz. Dans des verres de montre, malgré l'abri de plaques de verre, il noircit en partie, mais cet effet est dû aux poussières atmosphériques.

» Le chlorure d'or très pur en dissolution, exposé au soleil dans des tubes scellés, ne donne en deux ans qu'un dépôt extrêmement minime.

» Une dissolution de sucre, conservée dans des tubes scellés et examinée au polarimètre, ne s'altère pas sensiblement en un an, à moins que des moisissures, introduites lors de la fermeture, ne s'y développent, et alors une grande partie de la masse s'intervertit.

» *Influence de la couleur.* — La couleur la plus efficace pour une réaction chimique due à la lumière dépend-elle, toutes choses étant égales d'ailleurs, de la température où une réaction semblable se produirait par la chaleur seule? Ainsi, on sait qu'en général c'est vers le violet et le bleu

que l'action chimique de la lumière est la plus marquée : en est-il de même lorsqu'un corps peut être décomposé par la chaleur seule à des températures relativement basses, où le mouvement vibratoire correspondant est comparable à celui des rayons lumineux de l'extrémité rouge ou infrarouge du spectre?

» L'acide azotique anhydre se décompose dans un tube rouge, mais il se décompose encore davantage dans un tube bleu. L'acide azotique monohydraté s'altère beaucoup plus dans le bleu que dans le rouge :

		Couleurs.			
		Blanc.	Bleu.	Rouge.	Obscurité.
		cc	cc	cc	cc
Volume de gaz dégagé en tubes scellés vides.	$0^{gr},25$ de AzO^5 : 10 heures de soleil....	»	9	7	»
	$15^{gr},20$ de AzO^5,HO : 13 mois........	120?	120?	20	6

» Le styrolène, qui se change en métastyrolène par la chaleur seule vers 200° et par la lumière à froid, est très altérable dans le bleu. En vingt-sept jours, il s'est solidifié aussi complètement sous verre bleu que sous verre blanc; dans le jaune, il est resté presque aussi fluide qu'au début; dans le rouge et dans le vert, il l'était un peu moins. Mais l'expérience ayant été prolongée seize mois, la solidification a eu lieu dans toutes ces couleurs.

» L'acide iodhydrique gazeux, qui se décompose assez facilement au soleil dans des tubes bleus, ne s'altère pas dans des tubes rouges. L'éther iodhydrique se colore d'abord beaucoup plus dans le bleu que dans le rouge; mais, au bout de deux ans, la coloration finit par être presque identique.

» L'iodure d'amidon, en dissolution étendue, a exigé pour se décolorer :

	Couleurs.				
	Blanc.	Bleu.	Jaune.	Rouge.	Vert.
Nombre d'heures effectives de soleil..	18	27	42	60	78

» En résumé, pour ces différents corps, que la chaleur seule décomposerait à de basses températures, l'extrémité rouge du spectre paraît beaucoup moins efficace que l'extrémité violette; le résultat est presque le même que pour les corps qui supportent sans altération des températures très élevées. Cependant, dans la plupart des exemples cités, la lumière rouge paraît pouvoir, à force de temps, produire le même effet que la lumière bleue. La conclusion définitive de cette étude se rattacherait au difficile problème de l'intensité lumineuse propre à chacun des rayons de

couleurs différentes qui composent un même rayon de lumière blanche.

» Ces expériences, que je poursuis, ont été accompagnées, pour chaque substance et pour chaque milieu interposé, de l'examen de l'absorption de la lumière dans les principales régions du spectre.

» M. Dervin m'a très habilement secondé dans ces recherches : je le prie de recevoir ici tous mes remercîments. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la tropine*. Note de M. **Ladenburg**, présentée par M. Wurtz.

« Par l'étude des alcamines, qui présentent la plus grande analogie avec la tropine, il était bien prouvé que la tropine appartient, comme ceux-ci, aux bases tertiaires contenant un groupe alcoolique OH [1]. Il s'agissait encore de déterminer les radicaux combinés à l'azote.

» Les décompositions de la tropine par la chaux sodée, l'acide chlorhydrique, etc., m'ayant donné de la méthylamine en quantité très notable, à côté d'une amine plus riche en carbone (voir les *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XIV, p. 231), on pouvait bien admettre la présence au moins d'un groupe méthylique. Les deux autres affinités de l'azote pouvaient être saturées, soit par un groupe diatomique, soit par deux radicaux monatomiques.

» Pour la solution de cette question, les travaux remarquables de M. Hofmann (voir les *Comptes rendus* du 25 avril 1881) pouvaient fournir un procédé. En effet, ce chimiste éminent a pu isoler, par sa méthode, les hydrocarbures C^5H^8 et C^8H^{14} de la pipéridine et de la conicine. Bientôt après les publications de M. Hofmann, j'ai appliqué cette réaction à la tropine, et je prends la liberté de publier les résultats, quoique inachevés, de ces expériences.

» La tropine donne avec l'iodure de méthyle un produit d'addition, d'une beauté remarquable, cristallisant de l'alcool méthylique en cristaux cubiformes. Ils se dissolvent facilement dans l'eau et sont transformés dans cette solution, par l'oxyde d'argent, en méthyltropinammonium. Si l'on soumet, après filtration, la solution à la distillation, on obtient, quand toute

---

(1) La nature de la tropine, comme base tertiaire, a déjà été déterminée par moi depuis longtemps à l'aide de l'acide nitreux, qui est sans réaction.

l'eau a passé, une huile basique. Cette huile, purifiée par une seconde distillation, bout à 240° et donne à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^9H^{17}NO$.
C........	69,79	69,68
H........	11,09	10,96

» Le sel d'or de cette base est précipité de la solution chlorhydrique, sous forme d'une huile, et se concrète bientôt en jolis cristaux qui ont été analysés :

	Trouvé.	Calculé pour $C^9H^{17}NOHClAuCl^3$.
C........	21,9	21,8
H........	3,6	3,8
Au.......	39,7-39,9	39,7

» La base est donc une méthyltropine, formée de la tropine par la substitution d'un méthyle à la place d'un hydrogène. On peut admettre *a priori* que l'hydrogène substitué appartient au groupe OH. Les expériences entreprises pour confirmer cette opinion n'ont pas encore donné un résultat définitif [1].

» La méthyltropine se combine très vivement à l'iodure de méthyle, et le produit d'addition est encore traité par l'oxyde d'argent en solution aqueuse. Le produit, séparé de AgI par filtration, se décompose facilement à chaud et donne, par la distillation de la triméthylamine, un hydrocarbure et un corps oxygéné. La première se forme en quantité très notable. Je l'ai caractérisée par son sel double de platine, qui cristallisait en superbes prismes renfermant 36,89 pour 100. La théorie exige 37,1 pour 100.

» L'hydrocarbure se formant en quantité minime, je n'ai pas pu l'isoler complètement. J'ai analysé une portion passant vers 120°, qui a donné à l'analyse 88,57 pour 100 C et 8,85 pour 100 H, ce qui correspond à un hydrocarbure non saturé. Son poids moléculaire n'a pas pu être déterminé : il s'est décomposé quand j'ai voulu prendre sa densité de vapeur.

» Le corps oxygéné, qui ne se forme aussi qu'en petite quantité, a donné à l'analyse :

---

(1) Les produits de décomposition de la méthyltropine, que je suis en train d'étudier, feront l'objet d'une autre Note.

	Trouvé.		Calculé pour $C^7H^{10}O$.
C.............	75,15	75,19	76,3
H.............	9,33	9,38	9,08

Ce corps est une huile qui distille vers 180° et possède l'odeur de l'acétone, mais en même temps une odeur très âcre. Il appartient probablement à la série des kétones : je me réserve d'en déterminer la constitution.

» En ce qui concerne les relations qui unissent le corps $C^7H^{10}O$ à la tropine, on peut émettre deux opinions différentes. En premier lieu, on doit croire qu'en additionnant $2CH^3$ à la tropine et en la décomposant ensuite en triméthylamine, elle devrait avoir perdu un groupe méthylique, de sorte que sa constitution serait $\left\{\begin{matrix} C^7H^{11}(OH) \\ CH^3 \end{matrix}\right\}N$, formule dans laquelle $C^7H^{12}O$ figurerait comme radical diatomique.

» D'autre part, je n'ai pas pu isoler, malgré les efforts que j'ai faits dans ce but, des alcamines synthétiques ayant une constitution analogue, c'est-à-dire prenant naissance par l'action d'une dichlorhydrine sur une amine primaire. Aussi, on pourrait se figurer que le CH^3 de la méthyltropine reste en combinaison pendant la décomposition de celle-ci, de sorte que la tropine dût contenir 2 CH^3 liés à l'azote. Sa formule deviendrait alors $\left\{\begin{matrix} C^6H^8(OH) \\ (CH^3)^2 \end{matrix}\right\}N$, pendant que la méthyltropine serait $\left\{\begin{matrix} C^6H^8(OCH^3) \\ (CH^3)^2 \end{matrix}\right\}N$. Cette formule devient plus vraisemblable, par le fait que, dans la décomposition de la méthyltropine, il se forme de petites quantités de triméthylamine.

» La question que je viens de poser est d'un intérêt manifeste : je m'occupe de la résoudre. J'ai déjà combiné $C^7H^{10}O$ à la diméthylamine, en les chauffant à 80°. J'ai obtenu une base, bouillant au-dessus de 200° et donnant un sel d'or qui ressemble beaucoup au sel d'or de la méthyltropine et qui renferme comme celle-ci 39,7 pour 100 d'or. Cependant l'identité de ces deux bases me paraît douteuse, vu les propriétés des bases libres.

» J'ai aussi tenté de combiner la méthylamine au produit de décomposition de la tropine $C^7H^{10}O$; mais, dans les conditions de l'opération, il ne s'est formé que des traces d'une base, de sorte que je ne puis pas me prononcer sur sa nature.

» Je n'aurais pas présenté à l'Académie ces résultats incomplets, si l'on ne venait pas de publier un Mémoire encore beaucoup moins complet sur le même sujet ([1]), et si je ne voulais me réserver, autant que possible,

([1]) *Berichte der Chemischen Gesellschaft*, 1881.

la priorité de ces recherches et le droit de les achever tranquillement, ces expériences étant la suite de travaux que je poursuis depuis plusieurs années. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur un uréomètre.* Note de M. M. DE THIERRY, présentée par M. Wurtz.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un appareil destiné à doser l'urée dans l'urine de l'homme et des animaux. Cet appareil, dit *uréomètre*, est fondé sur le procédé, déjà connu, de la décomposition de l'urée par l'hypobromite de soude.

» L'appareil se compose de deux parties : la première comprend un tube avec ampoule, muni d'un robinet, s'adaptant sur un réservoir qui, lui-même, est mis en communication, par un tube latéral en caoutchouc, avec la deuxième partie de l'appareil, qui comprend : une éprouvette servant de cuve à eau, une cloche graduée et un thermomètre.

» L'expérience de cet appareil a été faite depuis le mois de mars 1880, dans les hôpitaux civils et militaires, français et étrangers. Il a été adopté par le Ministère de la Marine et des Colonies, sur la proposition du Conseil supérieur de santé, au mois de décembre dernier, et par l'École de Pharmacie de Paris en mars 1881.

» L'uréomètre que j'ai construit permet d'opérer sur l'eau et à une température constante, d'employer une quantité du liquide à examiner suffisante pour obtenir un résultat aussi exact que possible. Enfin, il peut être facilement agité pour activer la réaction, sans être échauffé par le contact de la main et sans qu'il y ait lieu de craindre une perte de gaz. Peu embarrassant, il est facilement transportable. Des tables qui y sont jointes évitent toute espèce de calcul, ce qui en rend le maniement des plus simples et à la portée même des personnes n'ayant aucune pratique du laboratoire. »

M. F. LARROQUE adresse une Note relative à un projet d'instrument pour l'observation des étoiles filantes.

Cet instrument est destiné à permettre à un même observateur de distinguer à la fois les météores qui apparaissent dans les diverses parties de la voûte céleste, au moyen de réflexions sur les faces d'un miroir ayant la forme d'une double pyramide.

M. Larrey présente à l'Académie, de la part du général *Joseph Barnes*, chirurgien général de l'armée des États-Unis d'Amérique, le second Volume de la bibliothèque du Service de santé de l'armée, comprenant, sous le format in-4° de 990 pages, les noms des auteurs et les titres des sujets, (de Berlioz à Cholas). C'est assez indiquer, dit M. Larrey, l'importance de cette publication considérable, qui semble entreprendre un catalogue encyclopédique des connaissances médicales.

La séance est levée à 4 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 septembre 1881.

Compendium floræ Atlanticæ seu expositio methodica plantarum omnium in Algeria necnon in regno Tunetano et imperio Maroccano, hucusque notarum, ou Flore des États Barbaresques, Algérie, Tunisie et Maroc; par E. Cosson; Volume Ier. Première Partie : *Historique et géographie*. Paris, Impr. nationale, 1881; in-8°, avec Cartes.

Séance publique annuelle de la Société nationale d'Agriculture de France, tenue le dimanche 7 août 1881, *sous la présidence de M. Dailly*. Paris, hôtel de la Société, 1881; in-8°.

La syphilis infantile. Conseils donnés aux sages-femmes chargées des vaccinations; par le Dr Fiessinger (de Thaon). Épinal, Ch. Froereisen, 1881; br. in-8°.

Etiologie de la fièvre typhoïde dans le canton de Châtel (Vosges); par le Dr Fiessinger (de Thaon). Épinal, Ch. Froereisen, 1881; br. in-8°.

Index catalogue of the library of the Surgeon-general's office' United States army; vol. II. Berlioz-Cholas, Washington, Government printing office, 1881; in-4° relié. (Présenté par M. le baron Larrey.)

L. Kronecker. *Zur Theorie der Elimination einer Variabeln aus zwei algebraischen Gleichungen. — Ueber den vierten Gauss'schen Beweis des Reciprocitätsgesetzes für die quadratischen Reste. — Ueber die Irreductibilität von Gleichungen. — Ueber potentiale n-Facteur mannigfaltigkeiten, etc., etc.* Berlin, sans date; 8 br. in-8°.

Dr Carl Sachs. *Untersuchungen am Zitteraal* (Gymnotus electricus) *nach seinem Tode*, bearbeitet von E. du Bois-Reymond. Leipzig, Veit et Cie, 1881; in-8° relié.

Kongliga svenska vetenskaps-akademiens handlingar, 1874 *à* 1878. Stockholm, 1876-1881; 6 volumes in-4°.

Meteorologiska Jakttagelser i sverige utgifna af kongl. svenska vetenskaps-akademien, 1870-1872. Stockholm, 1872-1874; 3 vol. in-4° oblong.

Observations météorologiques suédoises publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède, 1873-1877. Stockholm, 1876-1881; 5 vol. in-4°.

Bihang till kongl. svenska vetenskaps-akademiens handlingar; T. IV, nos 1 et 2; T. V, nos 1 et 2. Stockholm, 1877-1878; 4 nos in-8°.

Sur les unités de Gauss; par M. Abria. Bordeaux, impr. Gounouilhou, 1881; br. in-8°.

Mémoire sur les envahissements de la mer; par M. Guénault. Caen, impr. Le Blanc-Hardel, 1880; br. in-8°. (Présenté par M. H. Mangon.)

ERRATA.

(Séance du 19 septembre 1881.)

Page 476, ligne 2, *au lieu de* $R = \frac{I\sqrt{(RS - R\rho)}}{SKK'}$, *lisez* $r = \frac{I\rho}{KK'}\frac{\sqrt{R(S-R)}}{S}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 OCTOBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Dumas communique à l'Académie la décision adoptée à l'unanimité par le Congrès des électriciens sur les propositions qui lui ont été présentées par sa première Section.

« On sait que l'Association britannique pour l'avancement des Sciences a nommé, il y a quelques années, une Commission chargée d'étudier cette question et de fixer les étalons de mesure pour les phénomènes électriques. Cette Commission s'est arrêtée au choix d'un système d'unités basé sur la détermination des forces physiques en unités absolues rapportées au système métrique. Les unités fondamentales sont le centimètre, la masse du gramme et la seconde de temps moyen, et le système ainsi constitué est désigné par le symbole C. G. S. Pour les mesures pratiques, il a paru nécessaire de choisir des unités qui ne donnent pas des nombres trop grands ou trop petits pour les quantités dont on fait usage habituellement et utile de désigner ces unités par des noms spéciaux qui rendent le langage plus facile. A l'exemple de ce qui avait été fait déjà dans les réunions de l'Association britannique, le Congrès a décidé que les cinq unités les plus importantes : courant, force électromotrice, résistance, capacité élec-

trique et quantité d'électricité, seraient désignées par les mots *ampère, volt, ohm, farad* et *coulomb*.

» L'unité la plus importante au point de vue pratique, et dont toutes les autres peuvent se déduire facilement par des expériences simples, est celle de la résistance. En Allemagne, on adopte généralement comme étalon l'unité dite *de Siemens*, définie, comme l'avait autrefois proposé Pouillet, par la résistance d'une colonne de mercure de 1^{mmq} de section et de 1^{m} de longueur. Cette résistance équivaut environ aux $\frac{95}{100}$ de l'ohm, qui a été adopté par l'Association britannique.

» Dans la discussion qui a eu lieu sur ce point, on a admis sans conteste que l'étalon de résistance doit être représenté par une colonne de mercure, les métaux solides pouvant présenter dans leurs propriétés électriques des variations qui dépendent du temps et des opérations mécaniques ou physiques auxquelles ils ont été soumis, variations qui ne sont pas encore suffisamment connues. Une colonne de mercure, au contraire, aura toujours, à la même température, une résistance définie. D'autre part, il a paru très important que l'unité de résistance fût établie sur une base purement scientifique et rapportée aux unités absolues.

» Après une discussion approfondie, le Congrès a décidé de conserver la définition de l'Association britannique et d'employer le mercure comme étalon; mais il a jugé qu'il était nécessaire de faire de nouvelles recherches pour déterminer la longueur de la colonne de mercure à zéro, qui devra être acceptée dans la pratique comme représentant avec une approximation suffisante la résistance d'un ohm.

» Ces travaux ne peuvent être accomplis que par une Commission internationale de savants. Le Congrès a prié M. le Ministre des Postes et des Télégraphes de prendre des mesures pour que cette Commission soit convoquée dans le plus bref délai. Le résultat en est impatiemment attendu par la Science et l'Industrie.

» Les résolutions adoptées par le Congrès sont les suivantes :

» 1° On adoptera pour les mesures électriques les unités fondamentales : centimètre, masse du gramme, seconde, et ce système est désigné, pour abréger, par les lettres C. G. S.

» 2° Les unités pratiques, l'*ohm* et le *volt*, conserveront leurs définitions actuelles : l'ohm est une résistance égale à 10^9 unités absolues (C. G. S.); le volt est une force électromotrice égale à 10^8 unités absolues (C. G. S.).

» 3° L'unité pratique de résistance (*ohm*) sera représentée par une co-

lonne de mercure de 1^{mmq} de section à la température de 0° C. Une Commission internationale sera chargée de déterminer, par de nouvelles expériences, pour la pratique, la longueur de la colonne de mercure de 1^{mmq} de section à la température de 0° C., qui représentera la valeur de l'ohm.

» 4° On appelle *ampère* le courant produit par la force électromotrice d'un volt dans un circuit dont la résistance est d'un ohm.

» 5° On appelle *coulomb* la quantité d'électricité définie par la condition que, dans le courant d'un ampère, la section du conducteur soit traversée par un coulomb par seconde.

» 6° On appelle *farad* la capacité définie par la condition qu'un coulomb dans un condensateur dont la capacité est d'un farad établisse entre les armatures une différence de potentiel d'un volt. »

M. **Dumas** appelle l'attention de l'Académie sur les résultats remarquables d'une opération exécutée au Palais de l'Industrie par M. C.-W. Siemens, dans la section de l'exposition de la Grande-Bretagne.

Il s'agit de la fusion de quelques kilogrammes d'acier, obtenue par le courant électrique, dans un creuset de magnésie. La fusion, opérée en quatorze minutes, n'a exigé pour la mise en mouvement de la machine électrodynamique qu'une dépense de charbon inférieure à celle qu'eût exigée la fusion directe dans un fourneau ordinaire.

M. Dumas met sous les yeux de l'Académie le lingot d'acier obtenu.

ASTRONOMIE. — *Sur les déplacements séculaires des plans des orbites de trois planètes;* par M. F. **Tisserand**.

« On trouve dans le Tome IV des Œuvres de Lagrange, publiées par M. Serret, un Mémoire *Sur le mouvement des nœuds des orbites planétaires*. Lagrange y considère spécialement le cas de trois planètes, et il cherche à déterminer les mouvements séculaires des plans de leurs orbites, sans supposer que les angles que font ces orbites avec un plan fixe soient petits, comme on le suppose généralement. Il peut déterminer aisément les expressions analytiques, en fonction du temps, des angles que les orbites font entre elles; mais il abandonne la seconde partie du problème, celle qui consiste à déterminer les positions absolues des orbites; les équations différentielles qu'il lui aurait fallu intégrer lui ont paru trop compliquées.

» Dans une Note publiée dans *les Mondes* (12 mai 1864), M. Radau est revenu sur la seconde partie du problème de Lagrange; par des transformations ingénieuses, il est arrivé, pour déterminer les cosinus des angles que font les trois orbites avec un plan fixe, à trois équations différentielles simultanées du premier ordre; ces équations sont linéaires, et les coefficients des inconnues y sont des fonctions doublement périodiques.

» Je citerai encore un travail plus récent de M. Hübner sur le même sujet (*voir* le *Jahrbuch über die Forschritte der Mathematik*, Vol. VIII, p. 739). L'auteur montre que les trois cosinus z, z', z'' des inclinaisons des orbites sur un plan fixe vérifient le système suivant d'équations différentielles,

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = Az + Bz' + Cz'',$$

$$\frac{d^2 z'}{dt^2} = A'z + B'z' + C'z'',$$

$$\frac{d^2 z''}{dt^2} = A''z + B''z' + C''z'',$$

où les coefficients A, B, ... sont de la forme

$$P + Q \sin^2 \operatorname{am} ht,$$

P, Q, h désignant des constantes

» J'ai repris l'étude de cette même question, et j'ai été assez heureux pour obtenir les expressions analytiques de z, z', z'', en fonction du temps, et aussi celles des longitudes des nœuds, ce qui détermine entièrement les positions des plans des orbites; ces expressions contiennent seulement deux intégrales elliptiques de troisième espèce, en outre du sinus d'amplitude qui figure dans les inclinaisons mutuelles des orbites.

» Soient

a, a', a'' les demi-grands axes des orbites,
φ, φ', φ'' leurs inclinaisons sur un plan fixe,
θ, θ', θ'' les longitudes de leurs nœuds ascendants,
m, m', m'' les rapports des masses des trois planètes à celle du Soleil,

$$\mathrm{a} = a(1+m), \quad \mathrm{a}' = a'(1+m'), \quad \mathrm{a}'' = a''(1+m'').$$

» Le système d'équations à intégrer est le suivant :

$$(1)\quad \begin{cases} m\sqrt{a}\sin\varphi\dfrac{d\varphi}{dt} = -\dfrac{d\Omega}{d\theta}, \\ m\sqrt{a}\sin\varphi\dfrac{d\theta}{dt} = +\dfrac{d\Omega}{d\varphi}, \\ m'\sqrt{a'}\sin\varphi'\dfrac{d\varphi'}{dt} = -\dfrac{d\Omega}{d\theta'}, \\ m'\sqrt{a'}\sin\varphi'\dfrac{d\theta'}{dt} = +\dfrac{d\Omega}{d\varphi'}, \\ m''\sqrt{a''}\sin\varphi''\dfrac{d\varphi''}{dt} = -\dfrac{d\Omega}{d\theta''}, \\ m''\sqrt{a''}\sin\varphi''\dfrac{d\theta''}{dt} = +\dfrac{d\Omega}{d\varphi''}, \end{cases}$$

où

$$(2)\quad \begin{cases} \Omega = m'm''\Phi_{1,2}[\cos\varphi'\cos\varphi'' + \sin\varphi'\sin\varphi''\cos(\theta''-\theta')] \\ \quad + m''m\,\Phi_{0,2}[\cos\varphi''\cos\varphi + \sin\varphi''\sin\varphi\cos(\theta-\theta'')] \\ \quad + mm'\,\Phi_{0,1}[\cos\varphi\cos\varphi' + \sin\varphi\sin\varphi'\cos(\theta'-\theta)]; \end{cases}$$

$\Phi_{1,2}$, $\Phi_{0,2}$, $\Phi_{0,1}$ sont des constantes, dépendant de a, a', a''.

» Ces formules se déduisent des équations de la page 137 de la *Mécanique analytique*, t. II, édition de M. Bertrand.

» Soient

x le cosinus de l'inclinaison mutuelle des orbites de m' et m'',
x' » » » m'' et m,
x'' » » » m et m';

on aura

$$(3)\quad \begin{cases} x = \cos\varphi'\cos\varphi'' + \sin\varphi'\sin\varphi''\cos(\theta''-\theta'), \\ x' = \cos\varphi''\cos\varphi + \sin\varphi''\sin\varphi\cos(\theta-\theta''), \\ x'' = \cos\varphi\cos\varphi' + \sin\varphi\sin\varphi'\cos(\theta'-\theta). \end{cases}$$

» On tire de (1), (2), (3), par un calcul facile,

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = -\mathrm{A}\mathrm{U}, \\ \dfrac{dx'}{dt} = -\mathrm{A}'\mathrm{U}, \\ \dfrac{dx''}{dt} = -\mathrm{A}''\mathrm{U}; \end{cases}$$

en posant

(5) $$U = \sqrt{1 - x^2 - x'^2 - x''^2 + 2xx'x''}$$

et désignant par A, A′, A″ trois constantes, définies par les équations suivantes :

(6) $$\left\{\begin{aligned} A &= \frac{m}{\sqrt{a'a''}}\left(\sqrt{a''}\Phi_{0,1} - \sqrt{a'}\Phi_{0,2}\right),\\ A' &= \frac{m'}{\sqrt{a''a}}\left(\sqrt{a}\ \Phi_{1,2} - \sqrt{a''}\Phi_{0,1}\right),\\ A'' &= \frac{m''}{\sqrt{aa'}}\left(\sqrt{a'}\Phi_{0,2} - \sqrt{a}\ \Phi_{1,2}\right). \end{aligned}\right.$$

On voit qu'on a un système séparé, le système (4), pour déterminer x, x', x''. Si l'on pose

$$du = U\,dt,$$

on tirera de (4), en désignant par x_0, x'_0, x''_0 les valeurs initiales x, x', x'',

(7) $$\left\{\begin{aligned} x &= x_0 - Au,\\ x' &= x'_0 - A'u,\\ x'' &= x''_0 - A''u; \end{aligned}\right.$$

si l'on porte ces valeurs dans l'expression (5) de U, on voit que U^2 sera un polynôme de troisième degré en u, et la formule

$$t = \int_0^u \frac{du}{U}$$

nous montre que le problème conduit à une intégrale elliptique; on aura, pour exprimer u en fonction du temps, une expression de la forme

(8) $$u = \alpha + \beta \sin^2 \operatorname{am}(t + \tau).$$

» Les équations (7) et (8) déterminent x, x', x'' en fonction du temps; en se reportant aux équations (3), on voit qu'il nous reste à trouver entre nos six variables φ, φ', φ'', θ, θ', θ'', trois relations distinctes, renfermant trois nouvelles constantes arbitraires.

» En posant

$$M = m\sqrt{a}, \quad M' = m'\sqrt{a'}, \quad M'' = m''\sqrt{a''},$$

et désignant par C_1, C_2, C_3 trois constantes arbitraires, on tire facilement

des équations (1) et (2) les intégrales suivantes :

$$(9)\qquad \begin{cases} M\sin\varphi\sin\theta + M'\sin\varphi'\sin\theta' + M''\sin\varphi''\sin\theta'' = C_1, \\ M\sin\varphi\cos\theta + M'\sin\varphi'\cos\theta' + M''\sin\varphi''\cos\theta'' = C_2, \\ M\cos\varphi \quad + M'\cos\varphi' \quad + M''\cos\varphi'' \quad = C_3. \end{cases}$$

» Ces trois intégrales se réduisent à (2), en tenant compte des équations (7); on déduit en effet des équations (9), en ayant égard à (3),

$$C_1^2 + C_2^2 + C_3^2 = M^2 + M'^2 + M''^2 + 2M'M''x + 2M''Mx' + 2MM'x'';$$

mais, en se reportant aux formules (6) et (7), on trouve

$$M'M''x + M''Mx' + MM'x'' = M'M''x_0 + M''Mx'_0 + MM'x''_0;$$

il en résulte, en représentant la somme $C_1^2 + C_2^2 + C_3^2$ par C^2,

$$(10)\qquad C^2 = M^2 + M'^2 + M''^2 + 2M'M''x_0 + 2M''Mx'_0 + 2MM'x''_0;$$

c'est une relation entre les six constantes C_1, C_2, C_3, x_0, x'_0, x''_0.

» Posons, en désignant par Φ et Θ deux constantes arbitraires,

$$C_1 = C\sin\Phi\sin\Theta,$$
$$C_2 = C\sin\Phi\cos\Theta,$$
$$C_3 = C\cos\Phi,$$

et considérons le plan déterminé par l'inclinaison Φ sur le plan fixe, et la longitude du nœud Θ; ce plan n'est autre chose que le plan invariable du système, quand on néglige les excentricités, comme nous le faisons ici. Soient V son pôle boréal, P, P', P'' les pôles de nos trois orbites; la première équation (9) va s'écrire

$$(11)\qquad M\cos(P, x) + M'\cos(P', x) + M''\cos(P, x) = C\cos(V, x),$$

et cette équation aura lieu en remplaçant la droite Ox par une droite quelconque; elle pourra ainsi remplacer les équations (9).

» Prenons actuellement le plan invariable pour plan fixe, et son intersection avec le premier plan fixe pour origine des longitudes. Soient φ_1, φ'_1, φ''_1 les nouvelles inclinaisons des orbites, θ_1, θ'_1, θ''_1 les nouvelles longitudes des nœuds; nous aurons les relations

$$(12)\qquad \begin{cases} \cos\varphi = \cos\Phi\cos\varphi_1 - \sin\Phi\sin\varphi_1\cos\theta_1, \\ \sin\varphi\sin(\theta - \Theta) = \sin\varphi_1\sin\theta, \\ \sin\varphi\cos(\theta - \Theta) = \sin\Phi\cos\varphi_1 + \cos\Phi\sin\varphi_1\cos\theta_1, \end{cases}$$

et deux autres groupes de relations analogues, qui permettent de déterminer nos six inconnues anciennes φ, φ', φ'', θ, θ', θ'', en fonction des nouvelles φ_1, φ'_1, φ''_1, θ_1, θ'_1, θ''_1 et des deux autres constantes arbitraires Φ et Θ.

» Occupons-nous donc de la détermination de ces nouvelles inconnues. Appliquons (11), en prenant successivement pour la droite Ox les positions occupées à l'époque t par les droites OP, OP′, OP″; nous trouverons

$$(13)\qquad \begin{cases} C\cos\varphi_1 = M + M'x'' + M''x', \\ C\cos\varphi'_1 = M' + M''x + Mx'', \\ C\cos\varphi''_1 = M'' + Mx' + M'x. \end{cases}$$

» Ces équations détermineront les inclinaisons φ, φ'_1, φ''_1 de nos orbites; nous aurons ensuite, entre nos nouvelles inconnues et x, x', x'', des équations semblables aux équations (3), et nous en tirerons

$$(14)\qquad \begin{cases} \sin\varphi''_1 \sin\varphi_1 \cos(\theta_1 - \theta''_1) = x' - \cos\varphi_1 \cos\varphi''_1, \\ \sin\varphi_1 \sin\varphi'_1 \cos(\theta'_1 - \theta_1) = x'' - \cos\varphi_1 \cos\varphi'_1. \end{cases}$$

» Ces équations déterminent les différences $\theta_1 - \theta''_1$ et $\theta'_1 - \theta$, de sorte qu'il suffit de trouver θ_1 en fonction du temps.

» La seconde des formules (1) nous donnera, relativement au plan invariable,

$$\begin{aligned} \sqrt{a}\sin\varphi_1 \frac{d\theta_1}{dt} = {} & m'\Phi_{0,1}[-\sin\varphi_1\cos\varphi'_1 + \cos\varphi_1 \sin\varphi'_1 \cos(\theta'_1 - \theta_1)] \\ & + m''\Phi_{0,2}[-\sin\varphi_1\cos\varphi''_1 + \cos\varphi_1 \sin\varphi''_1 \cos(\theta_1 - \theta''_1)], \end{aligned}$$

d'où, en tenant compte des équations (14),

$$\sqrt{a}(1 - \cos^2\varphi_1)\frac{d\theta_1}{dt} = m'\Phi_{0,1}(x''\cos\varphi_1 - \cos\varphi'_1) + m''\Phi_{0,2}(x'\cos\varphi_1 - \cos\varphi''_1),$$

il n'y a plus qu'à remplacer dans cette équation $\cos\varphi_1$, $\cos\varphi'_1$, $\cos\varphi''_2$ par leurs valeurs (13); on trouve ainsi

$$\frac{d\theta_1}{dt} = -\frac{C}{\sqrt{a a' a''}} \frac{M'^2\sqrt{a''}\Phi_{0,1}(1 - x''^2) + M''^2\sqrt{a'}\Phi_{0,2}(1 - x'^2) + M'M''(\sqrt{a''}\Phi_{0,1} + \sqrt{a'}\Phi_{0,2})(x - x'x'')}{M'^2(1 - x''^2) + M''^2(1 - x'^2) + 2M'M''(x - x'x'')};$$

il faut maintenant mettre dans cette équation, au lieu de x, x', x'', leurs expressions (7) en fonction de u.

On obtient ainsi une expression de la forme

$$(15)\qquad \frac{d\theta_1}{dt} = \frac{P + Qu + Ru^2}{P' + Q'u + R'u^2}.$$

» Je trouve que les racines u' et u'' de l'équation

$$P' + Q'u + R'u^2 = 0$$

sont réelles. Voici leurs expressions

$$\frac{M'M''}{\sqrt{aa'a''}}(h' - h'')u' = M + M'x''_0 + M''x'_0 + C,$$
$$\frac{M'M''}{\sqrt{aa'a''}}(h' - h'')u'' = M + M'x''_0 + M''x'_0 - C;$$

on décomposera ensuite la fraction qui figure dans (15) de la manière suivante,

$$\frac{P + Qu + Ru^2}{P' + Q'u + R'u^2} = \frac{R}{R'} + \frac{L'}{u - u'} + \frac{L''}{u - u''};$$

on trouvera ainsi, en désignant par η une constante arbitraire,

$$\theta_1 = \eta - \frac{Ct}{\sqrt{a'a''}}\Phi_{1,2} + L'\int\frac{dt}{u - u'} + L''\int\frac{dt}{u - u''}.$$

En remplaçant u par sa valeur (8), on aura une expression de cette forme,

$$(16)\quad \theta_1 = \eta - \frac{C}{\sqrt{aa'a''}}ht + L'\int\frac{dt}{\alpha' + \beta\sin^2\operatorname{am}(t+\tau)} + L''\int\frac{dt}{\alpha'' + \beta\sin^2\operatorname{am}(t+\tau)}.$$

» L'expression de θ_1 contient, comme on le voit, deux intégrales elliptiques de troisième espèce et une nouvelle constante arbitraire η.

» *Résumé de la solution.* — (7) et (8) donnent x, x', x''; (13), $\varphi_1, \varphi'_1, \varphi''_1$; (16), θ_1; (14), θ'_1 et θ''_1; (12), $\varphi, \varphi', \varphi'', \theta, \theta', \theta''$; il figure dans les expressions finales des inconnues six constantes arbitraires, $x_0, x'_0, x''_0, \Phi, \Theta, \eta$; quant à C_1, sa valeur résulte de l'équation (10). »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences publiques sur la vaccination du charbon symptomatique, faites à Chaumont (Haute-Marne), le 26 septembre* 1881. Compte rendu par M. **Bouley**.

« Les expériences de Pouilly-le-Fort, d'Alfort et de Chartres, sur la vaccination de la fièvre charbonneuse, ont abouti à des résultats si convain-

cants, qu'un grand nombre d'agriculteurs se sont empressés de faire mettre leurs troupeaux sous la protection de cette mesure de prophylaxie démontrée si efficace.

» Le Conseil général de la Haute-Marne a pensé qu'il serait utile de recourir au même procédé de démonstration pour entraîner les convictions des propriétaires des localités où sévit le charbon symptomatique, et les déterminer, eux aussi, à soumettre avec confiance leurs animaux à la vaccination spéciale, dont les expériences déjà nombreuses de MM. Arloing, Cornevin et Thomas ont démontré l'efficacité. Le Conseil général a, en conséquence, voté des fonds pour que des expériences publiques fussent faites à Chaumont, en vue de ce résultat. La Société vétérinaire de la Haute-Marne a voulu, très libéralement, participer aux frais de cette utile entreprise, et, grâce à ces ressources, un groupe de vingt-cinq animaux a pu être acheté pour être soumis aux expériences destinées à prouver l'efficacité de l'inoculation préventive contre le charbon symptomatique.

» J'ai reçu du Ministère de l'Agriculture la mission d'assister à ces expériences, qui ont pleinement réussi. J'ai pensé que l'Académie en entendrait la relation avec intérêt, car il s'agit ici d'une véritable découverte, qui dissipe les obscurités d'une question de médecine pratique, jusqu'à présent non résolue, et fait faire à la prophylaxie par l'inoculation un progrès considérable.

» Avant de donner les résultats de ces expériences de Chaumont, je demande la permission de rappeler, en quelques mots, en quoi consiste la découverte médicale que je viens de signaler.

» Depuis Chabert, le deuxième directeur de l'Ecole d'Alfort, on confondait sous le nom de *charbon* deux maladies qui avaient entre elles d'assez grands caractères de similitudes extérieures, mais entre lesquelles existait cette différence fondamentale, que, tandis que l'une, la fièvre charbonneuse, était inoculable par le sang, l'autre, celle à laquelle Chabert a donné le nom de *charbon symptomatique*, ne l'était pas. Est-ce que cette différence de caractère n'impliquait pas, entre ces deux maladies, une différence de nature? Trois jeunes expérimentateurs, MM. Arloing et Cornevin, professeurs à l'Ecole vétérinaire de Lyon, et M. Thomas, vétérinaire à Dammartin, tous trois élèves de M. Chauveau, se sont associés pour étudier cette question, et sont arrivés, par leurs recherches, à en donner une solution complète. Le charbon symptomatique est une maladie d'une autre nature que la fièvre charbonneuse. Comme celle-ci, il dépend d'un microbe, mais d'une autre espèce que la bactéridie.

» De fait, tandis que l'inoculation de celle-ci ne donne lieu, à l'endroit de l'insertion, qu'à des phénomènes peu accusés de gonflement œdémateux assez circonscrit, l'inoculation du microbe du charbon symptomatique se traduit, presque toujours, sur les animaux susceptibles, par le développement d'une tumeur rapidement grandissante, constituée tout à la fois par une infiltration séreuse et sanguine et par le dégagement de gaz dans les interstices des tissus. D'où l'état de tension et de sonorité de ces tumeurs lorsqu'on les percute. Elles sont le signe d'une fermentation qui s'est opérée sur place, sous l'influence du ferment que constitue le microbe propre à cette maladie ; mais ce n'est pas une fermentation putride, car elle s'opère dans un temps trop court pour que la putréfaction ait eu le temps de s'effectuer, et, quand l'autopsie est faite à bref délai après la mort, aucune odeur ne se dégage des incisions pratiquées dans la tumeur ; enfin l'analyse chimique a fait reconnaître que l'acide carbonique constituait presque à lui seul la masse gazeuse dont les tissus étaient infiltrés.

» Ce fait d'observation clinique peut être invoqué comme une preuve très démonstrative du rapport étroit qui existe entre les ferments de la contagion et ceux qui donnent lieu aux changements d'état des matières organiques en dehors des corps vivants.

» Voilà un premier caractère, qui différencie très nettement le charbon symptomatique du charbon bactéridien. En voici un autre, non moins significatif. Tandis que le microbe du charbon bactéridien introduit dans le sang donne lieu, par sa pullulation rapide, à une fièvre charbonneuse mortelle à bref délai, le microbe du charbon symptomatique ne détermine, dans les mêmes conditions, qu'une fièvre très modérée, très éphémère, mais qui, tout éphémère qu'elle soit, se caractérise cependant par un effet durable : l'immunité dont se trouvent investis les animaux sur lesquels l'injection intraveineuse de ce microbe a été pratiquée. C'est sur la notion de ce fait, acquise expérimentalement en suivant la méthode instituée par M. Chauveau pour faire l'épreuve des virus sur les organismes, que se trouve basé le nouveau mode de vaccination découvert par MM. Arloing, Cornevin et Thomas. Il diffère de la méthode de vaccination inventée par M. Pasteur, en ce que, au lieu de se servir d'un virus atténué artificiellement dans les conditions de milieux où on l'a mis avant de l'inoculer, on emploie le virus naturel dans toute son énergie, en ayant le soin de l'introduire directement dans le milieu sanguin, où l'expérience a appris qu'il devait rencontrer sûrement de telles conditions d'atténuation qu'il s'y transformerait en vaccin.

» La grande méthode de l'atténuation des virus et de leur vaccinification trouve ici son application, mais par un procédé tout autre. C'est le milieu intérieur de l'organisme, le sang, qui est le liquide de culture où l'atténuation du virus s'effectue, sans doute parce que le microbe qui le constitue est anaérobie.

» C'est là, comme on le voit, une véritable découverte expérimentale, sur laquelle est basée la méthode de vaccination préconisée par les expérimentateurs de l'École de Lyon.

» Voici maintenant le procédé opératoire suivi pour pratiquer cette vaccination. Il ne s'agit plus, comme dans l'inoculation *bactéridienne,* d'une simple piqûre de peau qui rend l'opération très facile et très pratique. L'inoculation *bactérienne* exige une véritable opération de laboratoire, où des précautions minutieuses doivent être observées pour éviter l'insertion du virus dans le tissu cellulaire, milieu si favorable à la germination du microbe, qu'une tumeur charbonneuse presque infailliblement mortelle s'ensuit nécessairement. C'est sur la jugulaire que l'injection est pratiquée. La peau incisée, la veine est dépouillée par une dissection attentive de sa tunique celluleuse; puis, avec la canule aiguisée de la seringue Pravaz, bien nettoyée à sa surface, et dans laquelle on a aspiré, au préalable, le liquide que contenait cette canule, en soulevant le piston de la seringue, on traverse d'outre en outre les parois de la veine. Cela fait, on abaisse le piston et, une fois le liquide injecté, on a soin de relever le piston de la seringue, afin d'aspirer du sang de la veine et d'opérer ainsi le lavage intérieur de la canule. Grâce à ces précautions bien observées, les expérimentateurs lyonnais ont pu pratiquer la vaccination intraveineuse du charbon symptomatique sur trois cents animaux, avec le plus grand succès. Aucun accident n'est venu compliquer l'opération, dont les suites sur tous ont été des plus simples.

» J'arrive maintenant à la relation de l'expérience faite publiquement à Chaumont, le 26 septembre dernier, devant une assistance très nombreuse, et qui ne laissait pas de gêner, par son empressement, les opérateurs.

» Vingt-cinq jeunes animaux de l'espèce bovine avaient été réunis pour être soumis à l'épreuve de l'inoculation charbonneuse. Sur ce nombre, treize avaient été vaccinés au mois de février dernier, par le procédé que je viens de décrire, et douze étaient vierges de toute vaccination. Pour que les conditions fussent rigoureusement égales, on accoupla, deux à deux, les animaux vaccinés et non vaccinés, et le contenu de la même seringue

servait à vacciner chaque couple, chacun des sujets en recevant la moitié.

» L'injection fut faite à la face interne d'une cuisse, la canule étant plongée assez profondément pour qu'elle pénétrât dans le tissu musculaire.

» Cela fait, les animaux furent séparés en deux lots et logés dans deux étables isolées; les vaccinés d'un côté, les non vaccinés de l'autre.

» Dès le lendemain, le contraste était frappant entre les deux groupes. Tandis que les animaux vaccinés présentaient toutes les apparences de la santé, avides d'aliments, mangeant, ruminant, gais et manifestant leur énergie par des bonds quand on les conduisait à l'abreuvoir, ceux de l'autre groupe, un seul excepté, étaient abattus, tristes, refusant de manger pour la plupart, lents dans leurs mouvements et presque tous boiteux de la jambe sur laquelle l'inoculation avait été pratiquée. Sur les onze malades, la tuméfaction était déjà manifeste, à des degrés divers, au point de l'inoculation, et la température du corps s'était élevé à 40°, 41°, et au delà pour quelques-uns.

» Le lendemain mercredi, quatre morts. Le surlendemain jeudi, trois morts. Le vendredi, deux morts. Neuf en tout, sur onze malades.

» Les deux survivants, sur lesquels l'inoculation avait pris, étaient encore malades le samedi, mais sur l'un notamment les symptômes s'amendaient assez pour donner à penser qu'il sortirait, la vie sauve, de cette épreuve. Quant à l'autre, la question restait douteuse.

» Ainsi, sur treize animaux vaccinés, l'inoculation du virus dans les tissus cellulaire et musculaire n'a été suivie d'aucun effet local ou général, si ce n'est sur une génisse où s'est montrée une petite tuméfaction rapidement disparue. Tous sont sortis indemnes de cette épreuve.

» Sur douze animaux non vaccinés, un seul réfractaire. Les onze autres très malades. Neuf frappés à mort, successivement, par groupes de quatre, trois et deux, dans les trois jours consécutifs à l'opération. Deux survivant le quatrième jour : un avec des signes indiquant qu'il résisterait à l'injection subie; et l'autre dans un état encore incertain, au moment où les derniers renseignements me sont parvenus.

» Tels ont été les résultats des expériences de Chaumont, résultats très concluants, on le voit, en faveur de l'efficacité préventive de l'inoculation par le procédé d'injection intraveineuse.

» Une particularité doit être ici signalée : c'est la force de résistance plus grande des sujets sur lesquels on a expérimenté dans la Haute-Marne, relativement à ceux qui ont été soumis à Lyon aux mêmes épreuves. Ceux-

ci ont succombé tous, et dans un temps rapide, quand ils n'étaient pas vaccinés. A Chaumont, les accidents mortels se sont échelonnés dans les trois jours consécutifs à l'inoculation; deux animaux avaient eu assez de résistance pour n'y avoir pas succombé le quatrième jour. L'un d'eux était en voie de s'en remettre. Enfin un douzième s'était montré complètement réfractaire. Une enquête faite sur sa provenance a appris qu'il sortait d'une étable où le charbon symptomatique avait sévi, un an auparavant, et avait fait quatre victimes. Le réfractaire des expériences de Chaumont s'était vacciné spontanément dans le milieu infesté où il avait séjourné.

» Ce fait ne paraît pas isolé, et au point de vue de la médecine générale il présente un grand intérêt. Quand les expérimentateurs lyonnais firent, au mois de février dernier, leurs expériences d'inoculation sur deux cent quarante sujets environ du Bassigny, les propriétaires des communes où ils se rendirent leur firent observer qu'il était inutile de vacciner les sujets qui avaient dépassé l'âge de trois à quatre ans, attendu qu'ils n'étaient plus exposés à contracter le charbon, cette maladie, d'après leur affirmation, ne sévissant que sur les jeunes. Les expérimentateurs lyonnais ont voulu soumettre cette observation au contrôle de l'expérimentation directe. Ils sont parvenus à se procurer une vieille vache de quatorze ans, du Bassigny, et une autre du même âge, venant d'une localité située en dehors du périmètre où le charbon sévit. Toutes deux ont reçu une même dose du même virus, dans la même région. La vache du Bassigny n'en a rien ressenti; l'autre est morte du charbon symptomatique. Cette expérience, toute unique qu'elle soit, a cependant une grande signification quand on la rapproche des faits que la tradition a recueillis.

» Il y a de grandes probabilités que, dans les foyers épidémiques et épizootiques, les immunités des individus qui restent indemnes des atteintes du mal se rattachent à des vaccinations spontanées, qui donnent aux sujets qui les ont éprouvées les conditions de leur résistance.

» Pour en revenir aux expériences de Chaumont, on peut voir, d'après cette relation, qu'elles sont absolument confirmatives de celles que MM. Arloing, Cornevin et Thomas avaient faites antérieurement, et dont ils ont donné communication à l'Académie dans un Mémoire qu'ils lui ont adressé pour le Concours du prix Bréant.

» La double découverte qu'ils ont faite de la nature du charbon symptomatique et de l'efficacité de la vaccination par le procédé d'injection intraveineuse vient de recevoir une consécration publique, qui ne peut plus laisser aucun doute sur sa réalité.

» Je demande à l'Académie de vouloir bien renvoyer à la Commission du prix Bréant la Note où je tracerai la relation que je viens de lui donner des expériences si intéressantes qui ont été faites à Chaumont, le 26 septembre dernier. »

M. le Président déclare que les expériences dont il s'agit seront signalées à la Commission du legs Bréant.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une application nouvelle de l'équation de Lamé*. Note de M. **H. Gyldén**.

« Dans les *Comptes rendus* du mois de juin, on a donné des expressions exactes des coordonnées dans l'orbite intermédiaire en fonction de l'anomalie; maintenant je me permets d'indiquer la voie qui conduit, par le moyen des approximations successives, aux expressions dans lesquelles entre la longitude intermédiaire comme variable indépendante.

» La question dont il s'agit serait immédiatement résolue si l'on savait intégrer l'équation ci-après,

$$(1)\qquad \frac{d^2\rho}{dv_0^2}+\rho=\beta_1\rho+\beta_3\rho^3+\beta_5\rho^5+\ldots,$$

où β_1, β_3, ... signifient des coefficients constants du premier ordre par rapport à la force perturbatrice, et, si r désigne le rayon vecteur intermédiaire, ρ étant la différence,

$$\text{const.}-\frac{1}{r}.$$

» Pour avoir l'intégrale de l'équation (1) au moyen d'approximations successives, je pose

$$\rho=\rho_0+\rho_1,$$

et je vais déterminer ρ_0 de sorte que l'équation

$$(2)\qquad \frac{d^2\rho_0}{dv_0^2}+\rho_0=\beta_1\rho_0+\beta_3\rho_0^3$$

soit satisfaite. On peut voir qu'en effet ρ_0 est une valeur approchée de ρ; mais, si l'on avait déterminé cette valeur au moyen de l'équation

$$\frac{d^2\rho_0}{dv_1^2}+\rho_0=\beta_1\rho_0,$$

le résultat ne serait pas à considérer comme une véritable approximation.

» En désignant par g une constante arbitraire, on tire immédiatement de l'équation (2) la suivante,

$$\left(\frac{d\rho_0}{dv_0}\right)^2 = g^2 - (1-\beta_1)\rho_0^2 + \tfrac{1}{2}\beta_3\rho_0^4,$$

d'où résulte

$$\rho_0 = \varkappa \operatorname{sn}\left(\frac{g}{\varkappa} v_0 - \text{const.}\right), \quad \operatorname{mod} k = g\sqrt{\frac{1+k^2}{1-\beta_1}} \operatorname{sn}\left(\sqrt{\frac{1-\beta_1}{1+k^2}}\, v_0 - \text{const.}\right),$$

si l'on pose

$$\varkappa^2 = g^2\,\frac{1+k^2}{1-\beta_1}, \quad \tfrac{1}{2}\varkappa^4\beta_3 = g^2 k^2.$$

» Ayant déterminé ρ_0, on trouve une valeur approchée de ρ_3 au moyen de l'équation suivante,

$$\frac{d^2\rho_1}{dv^2} + (1 - \beta_1 - 3\beta_3\rho_0^2)\rho_1 = \beta_5\rho_0^5 + \ldots, \tag{3}$$

qui résulte tout de suite des équations (1) et (2).

» Maintenant, en désignant par x l'angle $\frac{g}{\varkappa} v_0$ — const., nous aurons, en vertu de l'équation précédente,

$$\frac{d^2\rho_1}{dx^2} + \frac{\varkappa^2}{g^2}(1 - \beta_1 - 3\beta_3\varkappa^2 \operatorname{sn} \varkappa^2)\rho_1 = \beta_5\frac{\varkappa^2}{g^2}\rho_0^5 + \ldots,$$

ou, si l'on considère les valeurs de $\varkappa$ et de k^2,

$$\frac{d^2\rho_1}{dx^2} - (2.3k^2 \operatorname{sn} x^2 - 1 - k^2)\rho_1 = \frac{1+k^2}{1-\beta_1}\rho_0^5 + \ldots.$$

» Par l'analyse précédente, on est donc amené à chercher la valeur approchée de ρ_1, en intégrant pour $n=2$ l'équation célèbre de Lamé, dont la solution complète est due à M. Hermite. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. de la Tour du Breuil, en réponse à la réclamation de priorité présentée dans une séance précédente par M. *Dubern*, au sujet d'un procédé d'extraction du soufre, adressent à l'Académie la copie du brevet pris le 29 septembre 1874 par M. Dubern, et la copie du brevet pris par eux le 2 juillet 1881.

De la comparaison de ces deux brevets, il résulte, selon MM. de la Tour du Breuil, que les deux procédés reposent sur deux principes essentiellement différents.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume offert à l'Académie par M. *Werner Siemens*, et portant pour titre : « Gesammelte Abhandlungen und Vorträge ». Ce Volume contient l'ensemble des Mémoires publiés par M. W. Siemens, sur divers sujets de Physique mathématique et d'Électricité, de 1845 à 1881.

M. **Pr. de Pietra Santa**, à l'occasion de la Note publiée par M. *du Bois-Reymond*, concernant les recherches sur le Gymnote faites dans le Venezuela par M. le Dr Sachs, rappelle à l'Académie la Communication qui lui a été faite au mois de juillet 1858 par *Jobert de Lamballe*, et les conclusions formulées dans une Brochure publiée au mois de septembre de la même année, sous le titre « Études sur les appareils électriques des poissons électriques. »

Cette Brochure de notre regretté confrère est accompagnée de onze Planches, dessinées d'après nature, et montrant, chez le Gymnote, le mode de terminaison des nerfs, les rapports des grands et des petits appareils, la disposition des aponévroses d'enveloppe à l'égard de ces mêmes appareils, celle des muscles qui semblent jouer un rôle dans les commotions électriques, sous l'influence de la volonté, etc. Enfin, le Malaptérure électrique a été également l'objet de dissections intéressantes, conduisant à des conclusions nouvelles.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète d 1881 (Encke), et e 1881 (Barnard), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)* par M. G. **Bigourdan**. Présentées par M. Mouchez.

	Dates. 1881.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ☄* — ☆	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ☄* — ☆	Déclinaison. Log. fact. par.
				m s		′ ″	
☄*d...	Sept. 18.	*a*	9	− 1.59,44	− ($\bar{1}$,720)	− 6.18,4	+ (0,717)
	27.	*b*	9	− 3.55,88	− ($\bar{1}$,724)	− 0.20,2	+ (0,750)
	28.	*c*	7	+ 0.35,90	− ($\bar{1}$,729)	+ 3. 8,8	+ (0,648)
	29.	*d*	9	− 1.37,38	− ($\bar{1}$,709)	− 3. 8,2	+ (0,569)
	30.	*e*	9	+ 1.13,49	− ($\bar{1}$,726)	+ 1.30,6	+ (0,662)
	Oct. 1.		8	+ 0.16,46	− ($\bar{1}$,714)	− 4. 8,9	+ (0,767)
☄*e...	Oct. 1.	*g*	8	− 0.44,34	+ ($\bar{1}$,607)	+ 7.23,1	+ (0,816)
	2.	*h*	9	+ 4.18,37	+ ($\bar{1}$,608)	− 1.37,4	+ (0,817)

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1881,0.	Réduct. au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Sept. 18.	*a* 1325 Arg.-Z. + 41°..	5.51.33,08	+4,42	+41.38.39,6	− 7,7	*Ann. de Bonn*, t. VI.
27.	*b* 1687 » + 43°..	7.16.10,41	+4,08	+43. 1.42,2	−15,6	»
28.	*c* 604 Weisse H. VII...	7.23.15,78	+4,05	+42.53.17,5	−16,1	Weisse II.
29.	*d* 1040 » ...	7.37.17,58	+3,94	+42.49.58,4	−17,2	»
30.	*e* 1778 Arg.-Z. + 42°..	7.45.48,28	+3,89	+42.31.46,6	−17,7	*Ann. de Bonn*, t. VI.
Oct. 1.	*f* 1553 Weisse H. VII..	7.58.12,00	+3,79	+42.19.22,6	−18,5	Weisse II.
1.	*g* 705 Weisse H. XIII..	13.42.16,63	+1,87	+13.55.38,2	− 9,4	Weisse I.
2.	*h* 760 » ..	13.37.49,86	+1,85	+14.46.30,7	− 9,8	Weisse II.

Positions apparentes de la comète.

	Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
		h m s	h m s	° ′ ″	
☄*d..	Sept. 18...	11.46.15	5.49.38,06	+ 41.32.13,5	15 : 19
	27...	12. 4.51	7.12.18,61	+ 43. 1. 6,4	18 : 23
	28...	13.18. 5	7.23.55,73	+ 42.56.10,2	20 : 20
	29...	14.11.14	7.35.44,14	+ 42.46.33,0	24 : 32
	30...	13.25. 0	7.47. 5,66	+ 42.32.59,5	27 : 18
	Oct. 1...	12.22.40	7.58.32,25	+ 42.14.55,2	20 : 20
☄*e..	Oct. 1...	7. 6.55	13.41.34,16	+ 14. 2.51,9	18 : 20
	2...	7.13.12	13.42.10,08	+ 14.44.43,5	6 : 6

Remarques.

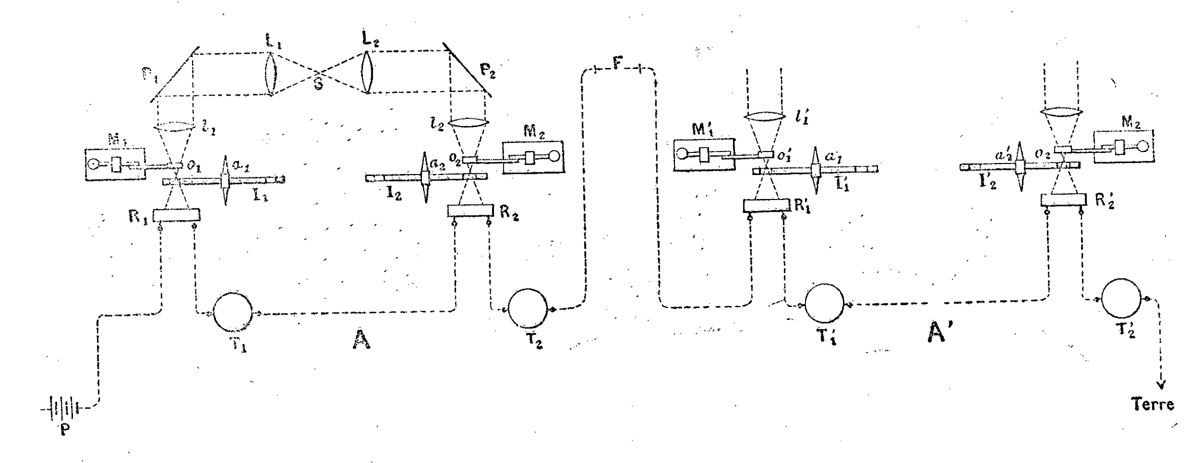
« Le 18 et le 27 septembre, les diverses parties de la comète d'Encke avaient sensiblement le même éclat jusque près des bords, et les mesures de ces deux jours se rapportent à la partie centrale. A partir du 28 septembre, la portion de la comète qui passe la première est devenue plus brillante que le reste, et c'est à cette portion que se rapportent les quatre dernières observations. »

PHYSIQUE. — *Application de la radiophonie à la télégraphie. Téléradiophone électrique multiple-inverse.* Note de M. E. MERCADIER. (Extrait.)

M. MERCADIER demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 31 mai 1881, et inscrit sous le numéro 3500. Ce pli est ouvert, en séance, par M. le Président; il contient une Note dont nous extrayons les passages suivants :

« J'appelle ainsi un système de télégraphie électrique où les signaux sont produits par des effets radiophoniques. En outre, le système permet de transmettre sur un conducteur quelconque *plusieurs* signaux *simultanés* à volonté dans un sens *ou en sens inverse*, d'où la qualification abréviative de *multiple-inverse*.....

» La figure ci-jointe représente deux stations extrêmes (A et A'), séparées par une longue ligne télégraphique quelconque F, et dans lesquelles sont figurés seulement deux appareils de transmission et de réception susceptibles de fonctionner *dans n'importe quel sens* et tout à fait *indépendamment l'un de l'autre*. On n'en a représenté que deux pour simplifier le



dessin; mais il est facile de voir qu'on en pourrait disposer un nombre quelconque. On suppose qu'on veut produire des signaux télégraphiques Morse ordinaires.

» Le courant continu provenant de la pile P traverse successivement : dans la station A, des récepteurs radiophoniques à sélénium et des téléphones R_1, T_1, R_2, T_2, ..., puis la ligne F; puis, dans la station A', les radiophones et les téléphones R'_1, T'_1, R'_2, T'_2, ... correspondant à ceux de A.

» En face de chaque récepteur, tel que R_1, se trouvent : les ouvertures d'une roue I_1, en verre ou en mica, tournant continuellement et aussi régulièrement que possible autour d'un axe a_1 sous l'action d'un moteur quelconque; un diaphragme o_1, de la grandeur des ouvertures, fixé à une tige rigide formant le prolongement du levier d'un manipulateur Morse M_1 et qui, à l'état de repos, ferme les ouvertures, empêche le passage des radiations émises par une source quelconque S.

» On voit qu'il suffit d'abaisser le levier de M_1 pour que les radiations traversant la roue et agissant sur le radiophone R_1 produisent des variations correspondantes dans la résistance de ce récepteur et par suite dans l'intensité du courant continu qui le traverse : d'où la production dans tous les téléphones T_1, T_2, T'_1, T'_2, ... échelonnés le long du circuit d'un son musical dont le nombre de vibrations par seconde est égal au nombre des ouvertures de la roue I_1, qui passent en une seconde en face du récepteur.

» Supposons, pour fixer les idées, que ce soit un *ut*.

» En abaissant et relevant M_1 suivant le rythme des signaux Morse, on entend dans les téléphones le son *ut* pendant un temps plus ou moins long, et l'on a reproduit ainsi *acoustiquement* les signaux Morse.

» Rien n'est plus facile que de lire rapidement une pareille transmission. L'expérience prouve d'ailleurs qu'on peut opérer la manipulation avec la même vitesse que dans le cas de la télégraphie électrique ordinaire.

» Pendant qu'un opérateur manipule et envoie des signaux en M_1, un autre peut en recevoir en mettant l'oreille au téléphone T_1, ainsi qu'on va le voir.

» Le second appareil de la station A est constitué de la même manière, avec des organes de transmission et de réception identiques. La seule différence est que la roue I_2 produit un son différent, ce qu'on obtient : soit en la rendant complètement solidaire de I_1, en la faisant tourner avec la même vitesse et lui donnant un nombre d'ouvertures différent; soit en lui donnant le même nombre d'ouvertures et la faisant tourner avec une vi-

tesse différente, ce qui peut s'obtenir de plusieurs manières, même en employant un *seul moteur* pour toutes les roues, par exemple à l'aide de cordons et de poulies de diamètres différents fixés aux axes.

» Supposons que I_2 produise le son *mi*.

» On voit que, si l'on fait mouvoir indépendamment l'un de l'autre les deux manipulateurs M_1 et M_2, on pourra entendre simultanément, mais *sans confusion*, dans tous les téléphones, des signaux Morse effectués les uns à la hauteur de l'*ut*, les autres à la hauteur du *mi* : il ne sera pas possible de les confondre.

» Les deux appareils représentés dans la station A′ sont établis de la même façon ; seulement les choses sont disposées de manière que les roues I'_1, I'_2, ... produisent des sons différents, par exemple *sol*, *si*, ...

» Enfin, on fait correspondre ensemble les appareils affectés des mêmes indices 1, 2, ...

» Cela étant, supposons le cas le plus complexe où les quatre appareils fonctionnent à la fois indépendamment les uns des autres. Il n'y aura aucune confusion des quatre systèmes de signaux, qui seront simultanément reçus dans tous les téléphones. Chacune des personnes qui les entendra devra seulement écouter : celle qui est au téléphone T_1, les signaux faits à la hauteur du *sol* et provenant de M'_1 ; celle qui est en T_2, les signaux à la hauteur du *si* et provenant de M'_2 ; celle qui est en T'_1, les signaux à la hauteur de l'*ut* et provenant de M_1 ; celle qui est en T'_2, les signaux à la hauteur du *mi* et provenant de M_2 ; ....

» L'expérience prouve qu'au bout de peu de temps il est facile de suivre ainsi une transmission de cette nature, abstraction faite des autres. Mais, en tout cas, on peut : soit faire des téléphones ne reproduisant bien qu'un son de hauteur déterminée, soit adapter à des téléphones ordinaires des résonateurs ne renforçant qu'un seul des sons transmis.

. . . .

» Il est à remarquer que le système décrit s'applique parfaitement aux lignes de grande longueur, car on peut se servir, par exemple, de récepteurs radiophoniques à sélénium de grande résistance (de 30000 à 100000 unités) qui fonctionnent très bien avec un petit nombre d'éléments de pile (de $2^{él}$ à $10^{él}$ Leclanché).

» Dès lors la résistance des lignes, quand même elles auraient 1000^{km} de longueur, est très petite, ainsi que celle des téléphones, par rapport à celle du récepteur ou des récepteurs, qu'on peut d'ailleurs disposer en série ou en surface.

» Les essais pratiques de ce système sur une ligne aérienne ont déjà donné de bons résultats. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur un nouveau pointeur électro-magnétique, destiné aux recherches expérimentales.* Note de M. G. NOËL.

« Ayant cherché ces derniers temps à déterminer avec exactitude la durée physiologique des réflexes tendineux pour les membres supérieur et pelvien, et aussi à établir dans quelles limites, fort étroites d'ailleurs, elle peut varier, j'ai dû chercher un moyen d'évaluer très rapidement et très exactement la durée de ces phénomènes. Je réserve pour une prochaine Communication l'exposé des faits que j'ai pu observer : je me bornerai à indiquer ici le dispositif qui m'a donné les meilleurs résultats.

» Un cadran divisé en 100 parties (assez larges pour qu'il soit possible de lire aisément à l'estime $0^{div},1$) est parcouru en une seconde par une aiguille dont le mouvement, bien uniforme, est emprunté à un régulateur.

» A cette aiguille est fixé un manchon, dont chaque extrémité porte un petit cône creux pouvant être amené, soit au contact d'un cône de friction concentrique, lié à l'arbre moteur, soit au contact d'un deuxième cône fixé à la platine ($> \times <$), et par conséquent immobile.

» Ce double mouvement est le résultat du passage d'un courant électrique dans ce que j'appellerai *un train différentiel de Hughes*, qui consiste en deux électro-aimants à noyau d'acier, se regardant par leurs pôles de noms contraires et séparés par une armature commune. Les quatre bobines qui garnissent les extrémités polaires font partie du même circuit, et leur enroulement est tel, qu'un courant de sens déterminé a pour effet d'accroître la polarité de l'un des aimants en diminuant celle de l'autre : l'équilibre est alors rompu, et l'armature vient s'appliquer sur l'un des aimants, auquel elle reste adhérente, jusqu'au moment où le passage d'un courant inverse amène une oscillation de sens opposé.

» Les mêmes forces étant mises en jeu pour le départ et l'arrêt de l'aiguille, les deux erreurs provenant de l'inertie du système sont égales et se compensent. On peut ainsi se borner à des contacts de très minime durée : l'écart angulaire de l'aiguille, entre sa position initiale et celle qu'elle occupe à la fin du phénomène, exprime exactement le temps écoulé entre le passage du courant dans un sens, puis en sens opposé.

» Le manuel opératoire se trouve donc réduit à ceci : un récepteur myographique spécial (à contact par inertie) étant mis en relation avec le

muscle qu'on explore, on percute le tendon avec un conjoncteur qui met en marche l'aiguille, en fermant un premier circuit; le début de la contraction amène simultanément l'ouverture de ce premier circuit et la fermeture d'un deuxième courant inverse qui arrête l'aiguille : celle-ci étant au zéro du cadran, si l'on répète dix fois de suite cette même manœuvre, ce qui n'exige guère plus d'une minute, le chiffre sur lequel elle s'arrête définitivement, divisé par 10, indique, en millièmes de seconde, la durée moyenne du phénomène.

» Il est facile de donner au cadran un diamètre assez grand, sans augmenter notablement la masse, d'ailleurs bien équilibrée, d'une longue aiguille de mica; les phénomènes chronographiques les plus délicats de la Physiologie et des autres sciences expérimentales peuvent donc, sans difficulté, être mis sous les yeux d'un nombreux auditoire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les piles secondaires*. Note de M. **J. Rousse**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Pour accumuler de l'électricité de manière à produire de la lumière électrique ou de la force motrice, j'ai disposé plusieurs piles secondaires qui diffèrent notablement de celle de M. G. Planté.

» 1° Au pôle négatif de la pile secondaire, j'emploie une lame de palladium qui, pendant l'électrolyse, absorbe plus de neuf cents fois son volume d'hydrogène. Au pôle positif, j'emploie une lame de plomb. Le liquide électrolysé est l'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$. Cet élément est très puissant, même sous de faibles dimensions.

» 2° Un autre élément secondaire, qui a donné aussi de bons résultats, est formé, au pôle négatif, d'une lame de tôle mince : cette lame absorbe plus de deux cents fois son volume d'hydrogène, quand elle est électrolysée dans une solution de sulfate d'ammoniaque. Le pôle positif est formé d'une lame de plomb pur ou recouvert d'une couche de litharge, ou d'oxyde pur ou de céruse, ou de toutes ces substances mélangées. Ces lames métalliques plongent dans une solution de sulfate d'ammoniaque à 50 pour 100 de sel.

» J'ai employé aussi avec quelques succès d'autres combinaisons analogues. Par exemple :

» Au pôle négatif, une lame de tôle; au pôle positif, un cylindre de ferromanganèse. Le liquide électrolysé est du sulfate d'ammoniaque à 40 pour 100.

» J'ai remarqué qu'en général, pour composer une pile secondaire, il suffit de placer au pôle négatif du voltamètre un métal qui ait la propriété d'absorber l'hydrogène quand il est placé dans une solution convenable. Il faut, au contraire, placer au pôle positif un métal qui absorbe l'oxygène en se peroxydant.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une pile au manganèse, dont les sels sont utilisés ou régénérés.* Note de M. **J. Rousse**, présentée par M. Th. du Moncel.

« La nouvelle disposition de la pile consiste à remplacer le zinc de la pile Bunsen par le ferromanganèse, à 85 pour 100 de métal, que l'on fabrique industriellement dans diverses usines, et spécialement à Terre-Noire, près de Saint-Étienne (Loire).

» Le manganèse pur a une telle affinité pour l'oxygène, qu'il décompose l'eau bouillante et dégage de l'oxygène. C'est pourquoi la nouvelle pile a une force électromotrice comparable à celle du zinc amalgamé.

» L'économie que présente cette nouvelle pile résulte de ce que les sels de manganèse qu'elle produit peuvent être utilisés ou régénérés.

» Pour produire des courants énergiques, le métal est attaqué par l'acide sulfurique au $\frac{1}{20}$; la dépolarisation est obtenue par l'acide azotique concentré. Mais pour les courants faibles, et lorsque la pile doit être employée dans les appartements, j'emploie le permanganate de potasse pour dépolariser. Les sels produits par la pile sont du sulfate et de l'azotate de manganèse, avec du sulfate et de l'azotate de potasse quand on emploie du permanganate.

» Pour enlever l'acide sulfurique de ce liquide, je le traite par l'azotate de plomb, provenant de la pile au plomb que j'emploie depuis vingt ans. Le sulfate de plomb qui résulte de cette réaction est transformé en céruse, par une courte ébullition avec du carbonate de potasse. Les sels solubles, séparés par décantation, ne renferment que de l'azotate de manganèse et de l'azotate de potasse. En y versant du carbonate de potasse, on précipite tout l'oxyde de manganèse à l'état de carbonate. On lave ce précipité, puis on le calcine légèrement pour avoir le métal à l'état de sesquioxyde.

» Ce dernier corps, chauffé avec de la potasse et de l'azotate de potasse, est transformé en permanganate de potasse. On peut aussi obtenir du peroxyde de manganèse par les procédés connus.

» Toutes ces opérations chimiques sont simples et peuvent être exécutées

facilement; elles sont combinées de manière à produire l'électricité dynamique sans laisser de résidus inutiles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le lévulose.* Note de MM. **Jungfleisch** et **Lefranc**, présentée par M. Peligot.

« 1. Le lévulose a été distingué depuis longtemps des autres matières sucrées sous le nom de *sucre incristallisable*. Il tire une importance particulière de sa présence dans une foule de produits végétaux et surtout du rôle qu'il joue dans la constitution du sucre de canne, lequel n'est autre chose, d'après M. Dubrunfaut, qu'une combinaison en proportions égales de glucose et de lévulose. Quoiqu'elle ait été l'objet de travaux remarquables, cette substance n'a pu encore être isolée dans un état de pureté satisfaisant: les propriétés physiques qui lui sont attribuées ont été observées sur du lévulose fort impur, ou même, plus souvent, déduites des différences constatées entre les propriétés du glucose et celles du mélange de glucose et de lévulose appelé *sucre interverti*. M. Dubrunfaut a, il est vrai, indiqué une méthode élégante pour séparer les deux composants du sucre interverti, mais le lévulose obtenu n'a jamais présenté les caractères d'un principe défini, et le nom de *sucre incristallisable* a toujours pu lui être appliqué. Nous nous proposons ici de faire connaître le lévulose cristallisé, ses modes de production et quelques-unes de ses propriétés.

» 2. *Lévulose d'inuline.* — L'inuline produit par saccharification complète un seul sucre, le lévulose; elle constitue ainsi une matière première avantageuse pour la préparation de celui-ci. C'est elle qui nous a conduits aux premiers résultats intéressants.

» La saccharification de l'inuline a été réalisée d'abord par une méthode dans laquelle on ne fait intervenir aucun réactif qu'il soit nécessaire d'éliminer ensuite. On chauffe au bain-marie vers 100°, pendant cent vingt heures, l'inuline dissoute dans dix fois son poids d'eau. On évapore rapidement au bain-marie jusqu'à consistance de sirop épais et on reprend par de l'alcool à 92°, qui laisse insolubles l'inuline non modifiée et ses produits de saccharification incomplète; la solution alcoolique filtrée, décolorée par le noir animal et distillée, donne un résidu sirupeux. Ce produit est un mélange complexe contenant, avec le lévulose, quelques impuretés provenant de l'inuline, et surtout des dérivés éthérés que le lévulose, alcool polyatomique, engendre très facilement par déshydratation. Toujours

est-il que la masse conserve indéfiniment la forme sirupeuse, et que, si on la dessèche sur l'acide sulfurique, elle subit des pertes d'eau variables et se change en une matière solide, vitreuse, hygroscopique. Pour avoir le lévulose pur, la difficulté consiste surtout à enlever à ce sucre l'eau qu'il tient en dissolution, sans le transformer en produits de déshydratation.

» On obtient le résultat cherché en traitant le résidu sirupeux par de l'alcool absolu froid. Ce véhicule ne dissout qu'un peu de la matière sucrée, mais s'empare de l'eau ainsi que de certaines impuretés. Après plusieurs lavages à l'alcool absolu, la portion insoluble, séparée, enfermée dans un vase exactement clos, et abandonnée dans un lieu froid, laisse déposer lentement des aiguilles fines, analogues aux cristaux de mannite; finalement elle cristallise en entier.

» Le même résidu, dissous à chaud dans l'alcool absolu, se dépose en grande partie sous forme sirupeuse pendant le refroidissement; mais l'eau mère, séparée dès que la masse est revenue à la température ordinaire, produit lentement de longues et fines aiguilles groupées en sphères. Dans tous les cas, la cristallisation s'effectue plus rapidement et plus sûrement si on l'amorce avec un cristal provenant d'une autre opération.

» Ces faits établis, nous avons cherché à transformer plus simplement l'inuline en lévulose cristallisé. On y parvient par la saccharification sulfurique. On chauffe à 100° pendant une heure de l'inuline dissoute dans l'eau contenant quelques millièmes d'acide sulfurique employé sous forme de liqueur titrée. Après refroidissement, on ajoute un volume d'eau de baryte titrée équivalent à celui de la liqueur acide employée, on filtre, on évapore dans le vide au bain-marie, après décoloration par le noir animal, et l'on fait subir au sirop obtenu les traitements à l'alcool absolu indiqués ci-dessus. Toutefois, même dans ces conditions, le lévulose qui cristallise est souillé de produits d'altération, dus à l'intervention de l'acide sulfurique.

» 3. *Lévulose du sucre interverti.* — Après les observations précédentes, se posait une question plusieurs fois discutée dans ces dernières années : le lévulose du sucre interverti est-il identique au lévulose cristallisé de l'inuline? Cette question nous semble définitivement résolue par les expériences suivantes.

» Nous avons extrait le lévulose du sucre interverti par la méthode de M. Dubrunfaut, c'est-à-dire en isolant le lévulosate de chaux cristallisé. Dans cette préparation, nous avons fait usage des modifications fort avantageuses indiquées récemment par M. Peligot (*Comptes rendus*, t. XC, p. 153), ainsi

que de quelques autres que nous exposerons dans un Mémoire plus détaillé. Le lévulosate de chaux, essoré et lavé plusieurs fois dans l'essoreuse avec de l'eau glacée, est délayé dans l'eau pure et traité par l'acide oxalique jusqu'à réaction acide, puis le mélange est additionné d'un excès de carbonate de chaux en poudre et filtré. La liqueur incolore que l'on obtient donne, par évaporation dans le vide, du lévulose sirupeux. Ce dernier, lavé à l'alcool absolu froid ou dissous dans le même liquide chaud, cristallise peu à peu.

» Nous dirons seulement ici qu'il n'a été possible de relever aucune différence entre le lévulose provenant de l'interversion du sucre de canne et celui qu'engendre la saccharification de l'inuline. De plus, un cristal de chacun de ces sucres fait cesser la sursaturation des solutions de l'autre. Il n'existe donc qu'un seul lévulose, et l'expression de *sucre incristallisable* doit cesser de lui être appliquée.

» 4. *Propriétés du lévulose.* — Le lévulose cristallisé de sa solution alcoolique constitue des aiguilles incolores, fines, soyeuses, qui peuvent atteindre $0^m,01$ de longueur et qui d'ordinaire rayonnent autour d'un point central en formant des groupes sphériques. Ces agglomérations de cristaux emprisonnent un volume assez fort du dissolvant dans lequel elles se sont déposées; essorées et lavées à l'alcool absolu, elles perdent toute trace d'alcool lorsqu'on les expose sur l'acide sulfurique. Leur composition répond alors à la formule $C^{12}H^{12}O^{12}$. Mouillé d'alcool et exposé à l'air, le lévulose est déliquescent; mais, dépouillé d'alcool, il est, fait assez inattendu, peu hygroscopique. Son poids n'augmente que de 1 à 2 centièmes lorsqu'on l'expose pendant plusieurs jours dans l'atmosphère du laboratoire. Il fond vers 95°. A 100° le lévulose perd peu à peu des quantités d'eau croissantes et donne des dérivés éthérés.

» Le lévulose cristallise dans ses dissolutions aqueuses, mais plus difficilement que dans l'alcool. A cet effet, il est nécessaire d'introduire un cristal dans la matière sucrée sirupeuse et contenant très peu d'eau en excès. Dans un vase fermé et en évitant soigneusement toute évaporation, on voit se former des aiguilles cristallines qui s'accroissent à peu près indéfiniment en longueur. On obtient un sirop cristallisable en évaporant très rapidement dans le vide, vers 50° ou 60°, une solution de lévulose pur, et en s'arrêtant dès que la distillation vient à cesser.

» Le pouvoir rotatoire du lévulose varie très rapidement avec la température, ce qui était à présumer, d'après les propriétés optiques du sucre

interverti; il varie encore d'une manière assez considérable avec la dilution des liqueurs. Son étude et celle de quelques autres propriétés du lévulose feront l'objet d'une nouvelle Communication. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur un œuf d'autruche ancien.* Note de M. **Balland**. (Extrait.)

« Dans le courant de 1878, on découvrait, à Gouraya, un columbarium souterrain d'environ $1^{m},80$ de côté, d'où l'on retirait, pêle-mêle avec de la terre, des médailles de bronze du temps des Antonins, des bagues d'argent, quatre petits vases d'une bonne fabrique en poterie noire d'Arretium (Arezzo), de nombreuses poteries communes de la fabrique de Cæsarée (Cherchell), des ossements humains portant des marques de crémation, et deux œufs d'autruche, dont l'un, intact, présentait à l'une de ses extrémités un petit trou régulier de 5^{mm} à 7^{mm} de diamètre; l'autre était brisé.

» Les fragments qui m'ont été remis ont été comparés à ceux d'un œuf moderne, retiré du sud de l'Algérie [1]. L'épaisseur de la coque est la même (2^{mm}). L'ancienne est plus opaque, sa cassure plus nettement saccharoïde; la face externe a perdu tout brillant et présente, comme la face interne, l'aspect rugueux du biscuit de porcelaine.

» Lorsqu'on les attaque à froid par l'acide chlorhydrique étendu d'eau, ils se comportent différemment. L'œuf ancien se dissout rapidement; le dégagement de l'acide carbonique se fait très régulièrement et la solution, un peu opaline, est à peine spumeuse. La coquille de l'œuf nouveau ne disparaît que très lentement; le gaz ne s'échappe qu'avec difficulté de la matière animale, qui, finalement, reste seule en suspension dans la liqueur, sous forme de lamelles gélatineuses.

---

[1] J'ai écrit à mon collègue, M. Bousson, pharmacien à Laghouat, pour savoir comment se fait l'évidement des œufs d'autruche dans les pays de production. D'après les renseignements donnés par un caïd d'Ouargla, cet évidement a lieu par une seule ouverture, pratiquée de préférence sur le petit bout. Le chasseur frappe, à l'aide d'un caillou, une série de petits coups, jusqu'à ce que la coque soit traversée, puis il introduit dans le trou formé une fine baguette, et, par un mouvement de rotation, il fait sortir le contenu de l'œuf, qu'il utilise comme aliment. Il est probable que l'œuf ancien a dû être percé de la même façon.

» Enfin, la composition chimique des deux coquilles, établie aussi rigoureusement que possible, d'après des analyses concordantes, présente les résultats suivants :

	Densité à 20°.	
	Coque de l'œuf ancien. 2,525	OEuf moderne. 2,514
Carbonate de chaux	94,14	91,44
Carbonate de magnésie	0,69	2,03
Phosphate de chaux (PhO^5, $3CaO$)	1,82	0,70
Matière animale contenant du soufre	3,05	4,92
Eau	0,15	0,73
Pertes	0,15	0,18
	100,00	100,00

M. L. Hugo adresse une Note « Sur un nombre fourni par l'analyse combinatoire. »

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 octobre 1881.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1880, 4e série, t. XIII. Nancy, impr. Berger-Levrault, 1881; in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse, t. III, 1er semestre. Toulouse, impr. Douladoure Privat, 1881; in-8°.

Sur une propriété générale des lames liquides en mouvement; par M. Van der Mensbrugghe. Bruxelles, F. Hayez, 1881; br. in-8°.

Quelques expériences sur les lames liquides minces; par M. J. Plateau. Bruxelles, impr. F. Hayez, sans date; br. in-8°.

De l'influence des forêts et des cultures sur le climat et sur le régime des sources; par M. J. Maistre. Montpellier, impr. centrale du Midi, 1881; br. in-8°.

Etude sur le magnétisme animal; par DE FLEURVILLE. Paris, F. Henry, 1876; in-18.

Physiologie élémentaire de l'Agriculture; par M. DE FLEURVILLE. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, sans date; in-18.

Gesammelte Abhandlungen und Vorträge, von W. SIEMENS. Berlin, Julius Springer, 1881; in-8°.

Catalogue of the phænogamous and vascular cryptogamous plants of Michigan, indigenous, naturalized and adventive; by CH.-F. WHEELER and ERWIN F. SMITH. Langsing, W.-S. George, 1880; in-8°.

Atti della Accademia fisio-medico-statistica di Milano, anno XXXVI dalla fondazione, anno accademico 1881. Milano, tip. Bernardoni, 1881; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 OCTOBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur le premier Volume des « Nouvelles Annales de l'Observatoire de Bruxelles »*. Note de M. FAYE.

« Pendant le court séjour que j'ai fait dernièrement à Bruxelles, M. Houzeau, Directeur de l'Observatoire de cette ville, a bien voulu me faire cadeau du premier Volume des *Nouvelles Annales* de cet Observatoire, que je désirais beaucoup avoir en ma possession. Il contient en effet deux Mémoires fort intéressants pour un astronome, à savoir une Uranométrie nouvelle et un Répertoire des constantes de l'Astronomie. Je prie l'Académie de me permettre de lui présenter quelques remarques à ce sujet.

» Une des choses les plus frappantes de ce livre, c'est assurément la représentation à grande échelle de la Voie lactée à l'aide de courbes d'égale intensité lumineuse. Pour moi, je n'avais pas jusqu'ici une idée bien nette du degré de décomposition auquel est parvenu cet immense anneau blanchâtre qui fait le tour du ciel. M. Houzeau y a dessiné trente-trois plaques ou amas lumineux bien détachés, et il en a déterminé la position avec le plus grand soin.

» En appliquant le calcul à leur distribution géométrique sur la sphère céleste, il est arrivé aux conclusions suivantes.

» En premier lieu, la Voie lactée, définie par l'immense courbe de ces trente-trois points, est en rapport étroit avec la distribution des étoiles, même les plus brillantes, et, comme cette courbe forme un grand cercle presque parfait de la sphère céleste, c'est une sorte d'équateur vers lequel les étoiles les plus brillantes paraissent se concentrer particulièrement, tout aussi bien que les télescopiques, chose déjà démontrée par Struve.

» Il y a donc un plan d'ensemble dans l'univers. Or, bien que la constitution du système solaire n'ait aucun rapport avec ce plan d'ensemble, ni pour ses mouvements intérieurs ni pour sa translation générale, cependant il y a à noter cette particularité frappante, c'est que notre monde solaire est situé exactement, ou du moins à 20′ près, dans ce plan, et probablement près de son centre.

» Ce Mémoire a le mérite d'étendre aux étoiles visibles à l'œil nu des résultats déjà obtenus par Struve pour la distribution des étoiles télescopiques, et de préciser d'une manière bien remarquable les notions un peu confuses que nous possédions antérieurement sur la Voie lactée.

» Maintenant que la position des pôles de la Voie lactée est connue avec une réelle exactitude, il y aurait peut-être intérêt à calculer les coordonnées galactiques des étoiles ainsi que leurs variations séculaires. Il en faudrait faire autant pour les nébuleuses.

» Quant au second Mémoire, intitulé *Catalogue des constantes*, c'est, à mon avis, un trésor de renseignements précieux sur l'état passé et présent de l'Astronomie. Je me bornerai à signaler un des Chapitres que j'ai consultés des premiers, celui de la parallaxe du Soleil. Il commence à l'an 270 avant J.-C., par Aristarque de Samos tâchant d'évaluer la distance du Soleil à la Terre par les dimensions du cône d'ombre de notre globe, et finit par M. Stone (1878) discutant, dans le même but, les observations du dernier passage de Vénus. C'est un Catalogue de soixante-seize déterminations de la parallaxe du Soleil s'étendant sur vingt et un siècles.

» Dans cette vaste série, une division naturelle se présente, celle qui répond au premier passage de Vénus, observé en 1761. J'ai eu la curiosité de voir ce que donneraient les cinquante-cinq déterminations suivantes prises en bloc, indépendamment de toutes les discussions ayant pour but de faire un choix. J'ai trouvé 8″,82, juste le nombre auquel m'avait conduit l'examen des résultats les plus récents obtenus par neuf méthodes indépendantes.

» Cette moyenne sans choix, sans discussion, n'est pas à dédaigner, car chacun de ces cinquante-cinq nombres résulte d'observations et de calculs faits avec grand soin par des hommes d'une compétence notoire et grandement désireux d'arriver à la vérité. La compensation des erreurs multiples qui ont été commises en sens divers par tant d'observateurs et de calculateurs doit s'être en grande partie réalisée, et le résidu, probablement assez faible, se trouve divisé par cinquante-cinq.

» Ce n'est pas seulement pour la parallaxe du Soleil que le Catalogue de M. Houzeau nous fait toucher du doigt la précision toujours croissante des mesures astronomiques. Partout nous voyons les constantes principales débuter par des valeurs discordantes; elles se rapprochent ensuite peu à peu et finissent, à notre époque, par présenter un accord des plus frappants. C'est la vérité autour de laquelle ces nombres exécutent des oscillations d'amplitude décroissante; elle se dégage progressivement dans le cours des siècles et se précise aujourd'hui en admirables résultats.

» Je dois répéter, à cette occasion, que je ne présente pas ces considérations pour ôter quoi que ce soit à l'intérêt des expéditions qui se préparent. Elles sont à mes yeux très importantes pour la Science; elles le seraient peut-être encore plus si les futurs observateurs, ne se fiant pas exclusivement aux mesures oculaires rapportées à des bords mal définis, s'attachaient à obtenir photographiquement la parallaxe de Vénus, non par rapport au Soleil, mais par rapport à ses taches dont les contours si nets se prêtent, en tant d'endroits, à des mesures d'une grande précision. Elles ne manqueront pas en 1882, époque du maximum. »

M. Daubrée présente à l'Académie un volumineux échantillon de météorite holosidère de Cohahuila (Mexique), dit *fer de Butcher*.

« Cet échantillon, jusqu'à présent unique, dont M. Lawrence Smith, avec sa générosité habituelle, a fait don au Muséum, présente, comme l'a annoncé ce savant [1], un nodule de fer chromé. On rappellera que ce minéral, si commun dans les météorites pierreuses, n'avait pas encore été rencontré dans une météorite métallique. C'est dans la même masse que M. Lawrence Smith a découvert également un autre minéral chromifère, *la daubréelite*, sulfure de chrome et de fer cristallisé, associé à la pyrrhotine [2].

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 991.
(2) *Ibid.*, t. LXXXVII, p. 338.

» Pour chaque face de la plaque, d'une surface de 8^{dmq}, on ne compte pas moins de soixante-dix inclusions de pyrrhotine associée à la daubréelite. Elles ont des formes très variées; leur section, parfois circulaire, est plus souvent de forme anguleuse et fragmentaire. On n'y remarque aucune orientation. Une fissure, traversant la plaque sur toute sa largeur, est enduite d'oxyde de fer magnétique, comme la surface externe de la météorite. »

M. A. d'Abbadie fait hommage à l'Académie d'un Opuscule qu'il vient de publier sous le titre : « Quelques desiderata de l'Astronomie ». (Conférence faite dans l'assemblée générale de la Société scientifique de Bruxelles, le 25 avril 1881.)

M. Larrey dépose sur le bureau de l'Académie, de la part de M. *F. de Lesseps* absent, le compte rendu de la séance solennelle du Congrès international de Géographie, ouvert à Venise le 15 septembre dernier. M. Larrey ajoute à cette présentation les quelques mots suivants :

« C'est comme président de la Société de Géographie de Paris que M. de Lesseps, dans un discours d'une haute portée, rend d'abord hommage à la mémoire de son prédécesseur, l'amiral de la Roncière le Noury, qui avait présidé lui-même le mémorable Congrès de 1875. Il esquisse ensuite, à grands traits, les progrès accomplis, de siècle en siècle, dans les Sciences géographiques, depuis les temps anciens jusqu'à l'époque actuelle; il rappelle enfin, avec l'autorité de ses propres œuvres, les principales conquêtes du monde civilisé. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur l'emploi du goudron, comme préservatif contre le Phylloxera.* Note de M. Avignon. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« *Préparation du goudron.* — On tamise du sable avec un crible à mailles assez fines, et l'on verse sur ce sable du goudron. Il faut environ 1^{lit} de goudron pour 15 à 20^{lit} de sable tamisé. Le sable doit absorber le goudron ; aussi l'opération doit-elle être faite avec la chaleur; à un soleil chaud, l'opération est facile. Pour la favoriser et la rendre bien complète, on tri-

ture le mélange avec une pelle plate, sur un plancher ou un béton. On répète trois, quatre fois s'il le faut, la trituration, pour rendre le mélange homogène. Une fois séché par l'absorption, le mélange est passé à un crible à mailles un peu plus larges que celles du précédent. Il restera quelques petits grumeaux que l'on triturera, si l'on veut, en y ajoutant un peu de sable. Cela fait, on ajoutera 2^{lit} de cendres de bois par 20^{lit} de mélange et on mêlera encore le tout. La cendre joue ici le rôle d'engrais, et elle facilitera l'adhérence de la préparation à la tige de la souche.

» *Emploi de la préparation.* — Dans nos contrées, on plante le cep de deux manières : c'est ce que l'on appelle le *crochet* et le *barbu*. Le *crochet* est simplement un morceau de sarment, que l'on plante avec un pieu et qu'on laisse en place ; s'il réussit, il résiste plus longtemps que le barbu. Le *barbu* est un morceau de sarment que l'on plante en garenne pépinière et que l'on arrache pour le replanter avec ses racines. Le crochet ne produit guère avant la quatrième ou cinquième feuille ; le barbu, dès la troisième.

» Que l'on plante le barbu ou le crochet, il faut attendre qu'il ait bien pris, c'est-à-dire vers le mois de juillet, pour y mettre la préparation de goudron. Si on la mettait au moment de la plantation, neuf plants sur dix périraient.

» On verse la préparation dans un trou de $0^{m},10$ de profondeur, creusé autour de la souche, et, comme au début la souche est petite, un quart de litre suffit. Chaque année, on élève la dose, jusqu'à ce qu'elle atteigne le demi-litre. Il faut la renouveler à chaque printemps et avant la feuille. La préparation doit être ensuite recouverte de terre.

» L'odeur persistante du goudron, même dans la terre, éloigne le Phylloxera ; s'il veut franchir la préparation, il est asphyxié ou empoisonné.

» ... Je pris du papier blanc très uni, j'y formai un cercle avec la poudre de goudron, je mis dans le vide du cercle quelques Phylloxeras. Ils se gardaient bien de trop approcher de la poudre, et lorsqu'ils y pénétraient, je les en sortais sans mouvement, devenus couleur marron, de couleur jaune qu'ils étaient.... »

M. Virlet d'Aoust adresse une Note relative aux observations des passages de Vénus.

(Renvoi à la Commission.)

MM. de la Tour du Breuil adressent une nouvelle Note concernant

l'utilisation des eaux mères des marais salants pour les bains destinés à la liquation du soufre, dans leur procédé d'extraction industrielle de ce corps.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. J. Bel adresse un Mémoire relatif à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. D. de Wagner adresse une nouvelle Lettre concernant l'emploi de l'oxyde de fer soluble (fer dialysé) contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre des Travaux publics adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, la livraison de juillet 1881 de « l'Album de Statistique graphique ».

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La deuxième édition des « Notions nouvelles d'Hydraulique, concernant principalement les tuyaux de conduite, les canaux et les rivières », par M. *P. Boileau*;

2° Un Ouvrage de MM. *W. Weber* et *F. Zöllner*, intitulé « Elektrodynamische Widerstands-Messungen nach absoluten Maasse »;

5° Trois Ouvrages communiqués par le colonel *L.-V. Mansilla*, agent militaire de la République argentine, et portant pour titre : « Étude topographique de la Pampa et du rio Negro »; « Rapport de la Commission d'exploration du Chaco », et « Rapport sur les conditions géographiques, économiques, commerciales et politiques de la République argentine. » Ces trois Ouvrages seront soumis à l'examen de M. Boussingault.

M. le Secrétaire perpétuel, en signalant une Brochure que vient de publier M. le prince *Boncompagni*, sous le titre « Testamento inedito di Nicolo Tartaglia », donne lecture de la Lettre suivante de M. Govi, qui s'est chargé de faire hommage à l'Académie de cette Brochure.

« On sait fort peu de chose de la vie de Nicolo Tartaglia; on a même ignoré jusqu'à ces

derniers temps le véritable nom de famille du célèbre mathématicien de Brescia, car Tartaglia n'était qu'un surnom qui lui avait été donné à cause de son bégayement.

» M. le prince Boncompagni, toujours à la recherche des documents qui peuvent éclairer les points douteux de l'histoire des Mathématiques, ayant appris qu'il y avait aux Archives de Venise le testament original de Tartaglia, s'est empressé de le faire reproduire en facsimilé et d'en publier la reproduction, en l'accompagnant d'explications et d'éclaircissements très intéressants. Ce testament de Tartaglia a été écrit à Venise, le vendredi 10 décembre 1557, par le notaire Roc de Benedetti. Il contient plusieurs dispositions, dont une, concernant Jean-Pierre Fontana, frère du testateur, nous fait connaître enfin, d'une manière certaine, le véritable nom de famille du compétiteur de Cardan.

» Nicolo Fontana, dit *Tartaglia* (le bègue), était né à Brescia vers 1500. Il mourut à Venise, le lundi 13 décembre 1557, à 7 heures (comptées à l'italienne), c'est-à-dire à minuit environ. Son père s'appelait Michel et était mort quand Nicolo avait à peine six ans. Tartaglia eut deux sœurs, dont l'une, appelée Catherine, vivait encore en 1557, et était alors veuve de Dominique d'Aurera. Son frère Jean-Pierre était l'aîné de Nicolo, qui était bien plus âgé que Catherine.

» Fontaglia nous a d'ailleurs raconté lui-même la cause de son bégayement et l'origine du *surnom* sous lequel il est devenu célèbre. C'est pendant le sac de Brescia, le 19 ou le 20 février 1512, que Nicolo, âgé alors de douze ans, s'étant réfugié, avec sa mère et sa sœur, dans la cathédrale, y reçut une horrible blessure qui lui fendit la mâchoire et une partie du palais. Pendant le temps que mit cette blessure à se cicatriser, il lui était devenu très difficile de bien articuler les mots, en sorte que ses compagnons commencèrent à l'appeler bègue (*Tartaglia*), appellatif qu'il garda toute sa vie et qui figure seul, sans nom de famille, même dans son testament. »

ASTRONOMIE. — *Comète découverte par M.* Denning, *le 4 octobre 1881; observation faite à l'Observatoire de Marseille,* par M. Coggia. (Communiqué par M. Stéphan.)

Date. 1881.	Heure de l'observation (Temps moyen de Marseille).	Ascension droite de la comète.	Distance polaire de la comète.	Log. fact. par. Ascension droite.	Log. fact. par. Distance polaire.
Oct. 5..	$17^h 5^m 42^s$	$9^h 25^m 27^s,82$	$75° 18' 43'',5$	$-\bar{1},5367$	$-0,6849$

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1881,0.

Étoile.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
3272 B. A. C.	$9^h 29^m 22^s,68$	$75° 5' 27'',9$	Cat. B. A. C.

« On a effectué seulement trois comparaisons en ascension droite et en distance polaire entre la comète et l'étoile, pendant le court intervalle séparant le coucher de la Lune et le lever du Soleil. »

M. le **Président** présente, de la part de M. *Arnaud*, un échantillon d'un alcaloïde bien cristallisé, retiré d'une écorce de quinquina nouvelle, très dense, d'un rouge brun foncé, à cassure résineuse et provenant de la province de Santander (Colombie) : l'auteur nomme cette nouvelle base *cinchonamine*. Elle diffère de la cinchonine par un excès de 2^{at} d'hydrogène, et présente la composition de l'hydrocinchonine, avec laquelle elle est très probablement isomérique. L'auteur publiera prochainement le détail de ses expériences.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les bruits qui se produisent dans un circuit téléphonique, par les temps d'orage.* Lettre de M. G. **de Lalagade** à M. le Secrétaire perpétuel.

« A propos de la Communication récente de M. Colladon, concernant les expériences de M. Thury sur les bruits du téléphone pendant les orages, je demande à l'Académie la permission de lui rappeler les études que j'ai faites sur le même sujet, et que j'ai eu l'honneur de lui adresser le 5 août 1878.

» Dès le mois de juin 1878, époque à laquelle j'avais installé en pleine campagne une ligne téléphonique d'environ 800^m de longueur, bien éloignée de tout fil télégraphique, je pus constater que le téléphone faisait entendre des crépitations rapides, revenant par intervalles plus ou moins éloignés. Voici du reste ce que je disais dans ma Note d'août 1878 :

« .... Si pendant un moment on écoute dans les téléphones, le silence est parfait, seulement de temps en temps on entend une foule de pétillements précipités, qui cessent brusquement après un claquement plus ou moins sec.... Le phénomène varie selon les heures de la journée, l'état du ciel, l'état hygrométrique de l'air, etc., etc.... Dès que le baromètre baisse, que l'atmosphère, quoique sans nuages, est orageuse durant tout le jour, alors l'intensité et la fréquence des bruits sont presque uniformes.... Durant un orage, ces bruits sont précipités, intenses surtout avant qu'un éclair jaillisse.... J'attache une importance au phénomène que j'indique, car il donne une autre preuve de l'exquise sensibilité du téléphone, tout en lui assignant une nouvelle utilité. »

» Je pensai d'abord que ces bruits étaient dus seulement aux décharges successives du conducteur, après un certain degré de saturation électrique que l'atmosphère lui communiquait. J'éloignai, comme cause, les courants telluriques qui sont presque continus, leurs variations n'étant pas assez rapides pour produire ces bruits secs ou pétillements perçus dans le téléphone.

» Ces courants étaient réellement des courants induits, et voici comment je m'en assurai. Du sommet d'une terrasse, située sur les combles de mon habitation, je tendis un fil galvanisé de 2^{mm} de diamètre et de 130^{m} de longueur environ ; chaque extrémité de ce fil communiquait aux tuyaux du gaz. Je plaçai dans le circuit, sur la terrasse même, une paire de téléphones, et là, lorsqu'un orage approchait ou passait à l'horizon, je pus constater qu'à chaque éclair, même des plus éloignés, correspondaient des crépitations suivies aussitôt d'un bruit sec caractéristique. J'observai aussi de pareils bruits par les éclairs dits de chaleur, et même à toutes les heures de la journée, surtout à celles qui précédaient un orage.

» C'est dès ce moment que je cherchai à amplifier ces bruits ou craquements, à l'aide du microphone, afin de n'être plus obligé d'écouter directement l'oreille placée sur le pavillon du téléphone. J'ai obtenu ce résultat en disposant, sur la plaque du téléphone récepteur des bruits, deux petits microphones ou des fragments de charbon entassés : en augmentant graduellement les éléments de la pile de ces microphones, on entendait le moindre bruit ou pétillement à la distance de 1^{m} et plus du second téléphone intercalé dans le circuit.

» Cette disposition me sert encore aujourd'hui et est installée dans une chambre très silencieuse, sur une table dont les pieds sont posés sur des disques de plomb et de caoutchouc, pour éviter les vibrations étrangères.

» Je le répète, en insistant, j'ai toujours entendu sortir du téléphone ces sortes de pétillements, non seulement pendant les orages proches ou très éloignés, mais encore, quoique plus rarement et avec beaucoup moins d'intensité, pendant les temps couverts de l'hiver, et quelquefois même par de belles journées presque sans nuages. »

PHYSIQUE. — *Galvanomètre à déviations angulaires proportionnelles aux intensités*. Note de M. A. GAIFFE, présentée par M. du Moncel.

« En 1876, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie une machine d'induction dynamo-électrique, genre Siemens, dans laquelle j'ai réussi à rendre les courants presque continus, en substituant à la bobine cylindrique de Siemens, tournant dans des encoches circulaires, une bobine à section elliptique tournant dans des encoches de forme elliptique.

» M'appuyant sur le même principe, j'ai essayé de rendre les déviations angulaires des galvanomètres simples proportionnelles aux intensités des courants. On comprend facilement qu'il soit possible de donner à un cadre

multiplicateur une forme telle, que son influence sur l'aiguille aimantée croisse, pour des courants de plus en plus intenses, comme l'action directrice de la Terre, lorsqu'il s'agit de galvanomètres horizontaux, ou comme celle des contrepoids lorsqu'il s'agit de galvanomètres verticaux.

» L'instrument que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est un galvanomètre horizontal, gradué en milliwebers, dont le cadre multiplicateur est de forme elliptique, galvanomètre destiné aux applications médicales de l'électricité. Ses déviations sont régulières sous deux angles de 35° environ, représentant 35 milliwebers de chaque côté du zéro, et diminuent ensuite assez lentement pour permettre de diviser l'échelle d'unité en unité jusqu'au cinquantième milliweber.

» Comme terme de comparaison, je dépose sur le bureau, en même temps que celui-ci, un instrument de même dimension à multiplicateur ordinaire.

» Le résultat signalé n'est pas la limite de ce que l'on peut atteindre : une tentative faite ces jours derniers, à l'aide d'une courbure d'un autre ordre, m'a démontré qu'on peut rendre les déviations proportionnelles jusqu'aux environs du 75e degré.

» Il est inutile d'insister sur les avantages résultant de ce petit perfectionnement, qui permet de transformer les galvanomètres usuels en instruments de mesure, à lecture directe, très suffisants pour la plupart des applications de l'électricité. »

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *De l'innervation du cœur et de l'action des poisons chez les Mollusques lamellibranches.* Note de M. E. YUNG, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les Lamellibranches constituent l'un des groupes d'animaux les moins propices aux expériences physiologiques. La mollesse et la contractilité de leurs tissus, la minceur des parois de leurs vaisseaux, l'extrême réduction de leur système nerveux et la paresse de leurs mouvements sont autant de causes qui rendent les recherches difficiles et leurs résultats douteux. Quoique les recherches actuelles m'aient souvent conduit à des résultats négatifs, je n'hésite pas à les communiquer à l'Académie, convaincu que la non-efficacité d'un poison sur un animal, une fois bien constatée, peut devenir d'un haut intérêt pour la Physiologie comparée. Voici les principales conclusions de mon étude.

» Le cœur des Lamellibranches possède, dans l'épaisseur de ses propres parois et dans son entourage immédiat, des éléments nerveux nécessaires

pour l'entretien de son activité pendant un certain temps. Il est principalement innervé par des filets provenant des *ganglions postérieurs* ou *ganglions branchiaux*. Ces filets nerveux jouent le rôle d'agents accélérateurs des mouvements cardiaques, de telle manière que leur excitation augmente le nombre des pulsations, et que leur rupture le diminue.

» La pince électrique, apposée directement sur le cœur, ne produit qu'un effet local : la portion du muscle cardiaque comprise entre les deux pôles de la pince s'arrête, mais le reste de la masse du cœur continue à battre. Sur un cœur arrêté, elle est impuissante à réveiller de véritables pulsations. Dans beaucoup de cas, les résultats obtenus manquent de précision, à cause de la double part que prennent à l'innervation du cœur les ganglions branchiaux et les masses ganglionnaires hypothétiques intra-cardiaques.

» La séparation du cœur des ganglions œsophagiens et des ganglions pédieux n'altère pas sensiblement les mouvements cardiaques.

» L'*élévation de la température* accélère les mouvements du cœur, jusqu'à 40° C. Les mouvements réflexes et l'excitabilité nerveuse disparaissent avant que le cœur soit paralysé.

» L'*eau douce* exerce une action délétère sur les Lamellibranches, qui y meurent au bout de quelques heures dans un état de résolution musculaire.

» Le *curare*, à faible dose, ne produit aucun effet. A très forte dose, il conduit à une grande paresse des mouvements, mais non à leur arrêt définitif. Ce poison n'exerce pas d'action précise sur le cœur.

» La *strychnine* n'agit que comme un excitant passager. Quelle que soit la dose employée, elle ne provoque que quelques convulsions dans les muscles du siphon et du bord du manteau, mais jamais de véritables tétanos. Placée en contact direct avec le cœur, elle diminue le nombre de ses pulsations et l'arrête au bout de quinze à trente minutes.

» La *nicotine*, à faible dose, n'agit également que comme un irritant. A forte dose, elle provoque la mort avec un peu de rigidité musculaire. La nicotine accélère les battements du cœur. Cet organe augmente considérablement de volume sous son influence, effet qui est dû probablement à ce que le poison fait contracter les petits vaisseaux périphériques, en sorte que le sang reflue en grande quantité vers le cœur.

» Le *sulfate d'atropine*, administré à très fortes doses et de différentes manières, ne produit pas d'effet appréciable.

» La *digitaline* n'agit sur le cœur que lorsqu'elle est directement portée

sur cet organe. Dans ce cas, le nombre des pulsations diminue et quelquefois le cœur s'arrête après un temps plus ou moins long. L'abaissement du nombre des pulsations n'est pas précédé d'une accélération initiale.

» La *vératrine* se comporte d'une manière très semblable à celle de la nicotine : elle accélère momentanément les mouvements du cœur et provoque son augmentation de volume. Elle exagère l'excitabilité nerveuse et musculaire et, à forte dose, elle donne la mort.

» La *muscarine* n'agit pas d'une manière régulière. Elle produit, dans la plupart des cas, des convulsions dans les muscles du corps et du manteau, et une accélération passagère des mouvements du cœur, suivie d'une diminution rapide.

» L'*upas antiar* ne produit aucun effet notable, lorsqu'on l'injecte dans le corps; mais, placé en contact direct avec le cœur, il agit comme paralysant.

» Le *sulfocyanure de potassium*, poison éminemment musculaire, affaiblit les mouvements réflexes, en altérant peu l'excitabilité nerveuse; à faible dose, il paraît accélérer les mouvements du cœur; mais, à dose plus forte, il l'arrête en diastole. Le cœur mis en contact du poison est définitivement arrêté; aucun procédé ne réussit à réveiller ses mouvements.

» Ces expériences ont été faites principalement sur les espèces suivantes : *Anodonta anatina*, *Solen ensis* et *Mya arenaria* (1). »

TOXICOLOGIE. — *Empoisonnement par les graines de l'*Euphorbia lathyris (L.) *et nouvelles expériences sur leur usage thérapeutique.* Note de MM. **É. Sudour** et **A. Caraven-Cachin**. (Extrait.)

« Le 1er octobre, nous fûmes appelés auprès d'un enfant de neuf ans, gravement malade pour avoir mangé plusieurs graines d'*Euphorbia lathyris* (*L.*). Un traitement astringent et opiacé apporta, dès le lendemain, un grand soulagement dans l'état du malade; mais nous résolûmes de faire des expériences sur nous-mêmes. Voici les conclusions de nos observations :

» 1° Le principe contenu dans les graines de l'*Euphorbia lathyris* appartient à la classe des purgatifs drastiques. Il est inégalement réparti dans

---

(1) Ce travail a été fait, cet été, dans le laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff, où M. le professeur de Lacaze-Duthiers a bien voulu, une fois encore, faire remettre à ma disposition tout le matériel désirable.

les diverses graines : les unes sont très pauvres en principe actif, les autres sont très riches.

» 2° Un effet vomitif précède presque toujours l'action purgative, même quand la substance a été prise à petite dose ([1]). L'action peut se manifester après quarante-cinq minutes; mais elle peut aussi être beaucoup retardée et ne se montrer qu'au bout de trois heures.

» 3° Ces graines agissent en produisant une action irritante sur la muqueuse des voies digestives; cette action se porte principalement sur le gros intestin et à l'arrière-gorge, sous forme d'angine, lorsque la mastication a été suffisamment prolongée.

» 4° A haute dose, cette substance produit des effets toxiques qui peuvent se diviser en trois périodes : 1° *période algide ou de refroidissement* (vomissements, diarrhée); 2° *période d'excitation* (phénomènes nerveux, vertiges, délire); 3° *période de réaction* (chaleur, sueurs abondantes).

» 5° Les opiacés constituent le plus prompt et le meilleur remède pour combattre les effets des graines de l'*Euphorbia lathyris*.

» 6° Les doses prescrites dans divers Ouvrages de Botanique médicale (6 à 12 graines) sont exagérées; à cette dose, ces graines pourraient occasionner des irritations gastro-intestinales extrêmement graves. Cette substance, très active et d'un dosage difficile, ne doit être employée dans aucun cas en médecine. »

M. L. **Hugo** adresse une Note relative aux unités de mesure.

A 4 heures, l'Académie se forme un Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

([1]) L'ingestion de deux graines, avec mastication prolongée, a suffi, chez l'un de nous, pour amener des vomissements très douloureux.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 octobre 1881.

Ministère des Travaux publics. Direction des Cartes, Plans et Archives et de la Statistique graphique. Album de Statistique graphique, juillet 1881. Paris, Impr. nationale, 1881; in-4°. (Deux exemplaires.) (Renvoi au Concours de Statistique de l'année 1882.)

Notions nouvelles d'Hydraulique, concernant principalement les tuyaux de conduite, les canaux et les rivières; par P. Boileau. 2e édition. Versailles, impr. L. Ronce, 1881; in-4°.

Description d'une nouvelle pile médicale; par le Dr J. Seure. Paris, Coccoz, 1881; br. in-8°.

Recherches sur l'influence de la hauteur sur la respiration; par M. W. Marcet. Genève, 1881; br. in-8°. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles.*)

Mission du vicomte de San Januario auprès des républiques de l'Amérique du Sud (1878 *et* 1879). *Rapport sur les conditions géographiques, économiques, commerciales et politiques de la République argentine.* Buenos-Aires, impr. du *Courrier de la Plata*, 1881; br. in-8°.

Informe de la Comision exploradora del Chaco; por A. Seelstrang. Buenos-Aires, impr. du *Courrier de la Plata*, 1878; in-8°.

Estudio topografico de la Pampa y rio Negro; por Manuel J. Olascoaga. Buenos-Aires, impr. de Ostwald y Martinez, 1880; in-4°.

Ces trois derniers Ouvrages sont renvoyés à la Commission du Passage de Vénus et à l'examen de M. Boussingault.

Pubblicazioni del R. Istituto di Studi superiori pratici e di perfezionamento in Firenze. Sesione di Scienze fisiche e naturali. Tavole per una « Anatomia delle piante aquatiche », opera rimasta incompiuta di F. Parlatore. — *Sezione di Medicina e Chirurgia. Il primo anno della clinica ostetrica diretta dal Prof.* Cav. *V. Balocchi nella nuova Maternita di Firenze; rendiconto del* Dr E. Grassi. — *Sezione di Filosofia e Filologia. Accademia orientale. Il commento di Sabbatai Donnolo sul libro della creazione, pubblicato per la prima volta nel testo ebraico, con Note critiche e introduzione da* D. Castelli. Firenze, Le Monnier, 1880-1881; 3 liv. grand in-8°.

La lucce zodiacale. Lettura fatta alla Pontificia Accademia Tiberina il 16 *maggio* 1881, *dal* R. P. G.-St. Ferrari. Roma, tip. A. Befani, 1881 ; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Elektrodynamische Widerstands-Messungen nach absolutem Maasse von W. Weber and F. Zöllner. Leipzig, Breitkopf et Härtel, sans date; in-8°. (Cinq exemplaires.)

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 OCTOBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

INSTRUCTIONS FORMULÉES PAR LA CONFÉRENCE INTERNATIONALE POUR L'OBSERVATION DU PASSAGE DE VÉNUS.

M. le **Secrétaire perpétuel**, président de la Conférence internationale pour l'observation du passage de Vénus sur le Soleil en 1882, présente à l'Académie les instructions suivantes, recommandées par la Conférence, pour les observations des contacts.

Article 1^er^.

« Il est désirable, au point de vue théorique, que les lunettes employées aient la plus grande ouverture possible. En pratique, la difficulté des transports d'une part, de l'autre la nécessité d'observer aux diverses stations avec des instruments comparables, limiteront le plus souvent les ouvertures à $0^m,15$ et $0^m,12$ environ. Dans tous les cas, les objectifs doivent être le plus parfaits possible. Les observateurs devraient donner des descriptions exactes des qualités et des défauts de leur objectif combiné avec l'oculaire employé. A cet effet, ils détermineraient :

» 1° La forme de l'image d'une belle étoile au foyer, en deçà du foyer et au delà de ce plan;

» 2° Le pouvoir de séparation de la lunette pour les étoiles.

» Il serait utile qu'ils fissent connaître si la lunette est capable de faire voir les granulations solaires par un temps favorable, et quel était le degré de visibilité de ces granulations pendant le passage de Vénus.

ARTICLE 2.

» Il sera bon d'employer soit un prisme réflecteur, soit un oculaire polariscopique, pour diminuer la chaleur et le danger qui en résulte pour l'œil de l'observateur.

» Si l'on se décide à faire usage d'un objectif argenté, procédé qui offre le grand avantage d'éliminer toute la chaleur obscure et d'éviter les troubles de l'image produits par l'échauffement intérieur de la lunette, l'excès de lumière sera absorbé par une lame de verre de teinte neutre formée de deux coins, l'un coloré, l'autre incolore, de même indice.

ARTICLE 3.

» L'oculaire serait positif, achromatique, et donnerait un grossissement de 150 fois environ. Les observations de contact devraient être faites dans un champ juste assez éclairé pour permettre de voir nettement séparés deux fils distants de 1″, projetés sur le Soleil.

» On devrait user des moyens d'éviter, autant que possible, les effets nuisibles de la dispersion atmosphérique.

» La mise au point du réticule devrait être faite à l'avance sur les étoiles ou sur un collimateur réglé sur les étoiles. Dans le cas des observations par projection, on usera de moyens correspondants.

ARTICLE 4.

» On définirait comme il suit les temps correspondant aux contacts internes.

» *A l'entrée :* le moment où l'on voit pour la dernière fois une discontinuité bien évidente et en même temps persistante dans l'illumination du bord apparent du Soleil, près du point de contact avec Vénus.

» *A la sortie :* le moment de la première apparition d'une discontinuité bien marquée et persistante dans l'illumination du bord apparent du Soleil près du point de contact.

» Si les bords des deux astres viennent au contact géométrique sans dé-

formation et sans obscurcissement du filet de lumière interposé, l'instant défini est celui même de ce contact.

» S'il se produit une goutte noire ou ligament, bien net et aussi obscur que le corps même de la planète, les instants définis précédemment sont, à l'entrée celui de la rupture définitive, à la sortie celui de la première apparition du ligament.

» Entre ces deux cas extrêmes, peuvent se produire d'autres apparences où les instants des contacts seraient notés comme il suit.

» Si, les bords restant sans déformation, il se produit un obscurcissement du filet lumineux, sans que l'ombre devienne jamais aussi noire que le corps de la planète, l'observateur notera l'instant du contact géométrique. Il devra noter de plus l'instant de la formation ou de la disparition de l'ombre.

» Si l'ombre interposée est d'abord ou devient aussi noire que le corps de la planète, l'instant défini précédemment est celui où cette égalité cesse ou celui où elle s'établit.

» Enfin, l'observateur devrait noter s'il se produit dans le filet lumineux des franges ou quelque phénomène bien distinct, et noter l'instant de l'apparition ou de la disparition.

» En général, il est à désirer qu'il note les temps où il verra se produire tout phénomène distinct près des contacts. Cependant, c'est un mal sérieux, et dont on doit bien se garder, que de multiplier *sans nécessité* des notations de temps près des contacts. On ne devrait donc mentionner le temps que lorsqu'il se rapporte à des phénomènes d'un caractère si distinct qu'on puisse les décrire de manière à les séparer des autres phénomènes observés près des contacts.

» Il sera très utile, dans tous les cas, que l'observateur joigne à ses notes un dessin, fait immédiatement après chaque observation complète d'un contact, pour éclairer le sens qu'il attache à sa description du phénomène.

ARTICLE 5.

» Si les bords de Vénus tombent en dedans du disque solaire au contact interne tel qu'il est défini à l'article 4, l'observateur devrait indiquer, aussi exactement qu'il le pourra, le moment où les bords de Vénus et ceux du Soleil sembleraient coïncider si on les prolongeait par la pensée. Cette observation sera grossière, mais il est à désirer qu'on la donne pour contrôler la phase principale notée.

ARTICLE 6.

» Bien que les contacts extérieurs soient sujets à des incertitudes considérables, la Conférence recommande néanmoins de les observer, soit par vision directe, soit en employant le spectroscope, et en fixant avec les moyens les plus appropriés le point du disque solaire où doit avoir lieu le premier contact. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOLOGIE. — *Cuivre sulfuré cristallisé (cupréine), formé aux dépens de médailles antiques, en dehors de sources thermales, à Flines-les-Roches, département du Nord.* Note de M. DAUBRÉE.

« Il existe dans la commune de Flines-les-Roches, canton de Douai, une nappe d'eau très limpide, connue dans le pays sous le nom de Mer-de-Flines. Elle est à contour circulaire, avec environ 300^m de diamètre. Son niveau reste stationnaire sans qu'on aperçoive les sources qui l'alimentent, non plus qu'un déversoir. Sa profondeur au centre n'a pas été déterminée. Des poissons y vivent, et l'eau en est assez belle pour y attirer de nombreux baigneurs. On y remarque sur les bords, entre autres coquilles, de nombreuses *Unio*.

» D'après la carte de M. Meugy, cette eau repose sur des couches tertiaires de l'étage landénien (sables de Bracheux), formées de sables, de grès, avec cendre noire et pyrite.

» Cette sorte de mare, qui a des analogues dans le pays, est occupée par une industrie active de rouissage de lin.

» D'après les recherches de MM. Termink et Loustau, la même mare aurait été, dès une antiquité reculée, l'objet d'un culte, et les anciens habitants y jetaient en offrande à la divinité, sans doute pour se la rendre favorable, des objets précieux, et notamment des monnaies, que des dragages y ont fait reconnaître en grand nombre, avec quelques statuettes de bronze et beaucoup de débris de poteries. Parmi ces monnaies, il en est de gauloises; la plupart sont romaines, du haut empire et de divers modules; celles de bronze dominent; quelques-unes sont en or.

» Beaucoup de ces médailles, dont je dois communication à l'obligeance

de M. Loustau, ont été attaquées et sont complètement enveloppées d'une substance cristallisée formée à leurs dépens, à la manière de certains bonbons cristallisés. Leur aspect général rappelle à s'y méprendre celui des médailles incrustées de minéraux métalliques, qui ont été signalées dans diverses sources thermales, notamment à Bagnères-de-Bigorre, à Bourbonne-les-Bains et à Baracci, commune d'Olmeto (Corse) [1].

» Une pellicule externe extrêmement mince, du jaune de laiton qui caractérise la chalkopyrite, frappe d'abord le regard. Mais l'incrustation est formée, pour la plus grande partie, sur une épaisseur de 2^{mm}, d'une substance noire cristallisée, à éclat métallique, qui consiste en sulfure de cuivre, et c'est à lui qu'appartiennent les formes cristallines qu'on serait tenté, à première vue, d'attribuer au sulfure jaune.

Quant à la partie centrale, elle consiste en une substance feuilletée. Çà et là on y distingue de très petits cristaux noirs métalliques hexagonaux, sur lesquels le microscope fait voir les stries caractéristiques de la chalkosine. La même substance forme de petits feuillets brillants, qui alternent avec des feuillets mats, sur lesquels apparaissent quelques enduits d'un vert vif.

» Chauffée dans un tube, la substance cristalline donne un très faible sublimé de soufre, qui paraît résulter du mélange d'un peu de pyrite. M. Damour, qui a bien voulu l'examiner, a constaté que ce sulfure ne renferme ni étain, ni zinc.

» La forme de la substance extérieure est celle de lames hexagonales, portant comme troncatures des faces pyramidales inclinées de 127° environ sur la base, d'après une mesure de M. Richard. Le clivage est basique. D'après ce dernier caractère et l'absence de macles, elle paraît devoir être rapprochée de la variété de chalkosine signalée par Breithaupt sous le nom de *cupréine*.

» Toutes ces médailles étaient enfouies dans une vase d'un brun noirâtre, où se trouvent de nombreuses coquilles. Beaucoup d'entre elles ont été saisies, comme des témoins, dans le dépôt sulfuré dont il vient d'être question : de là un aspect caractéristique de beaucoup des médailles de cette localité. M. Stanislas Meunier, qui a bien voulu en faire la détermination, y a reconnu, outre des ossements et des écailles de poissons, les espèces suivantes : *Valvata piscinalis, Ancylus fluminalis, Lymnæa auricularia, Bithynia tentaculata* (avec de nombreux opercules), *Planorbis marginatus, Unio, Cyclas amnicum*.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 57.

» Un échantillon d'eau recueillie à la profondeur de $6^{m},70$, qui a été analysé sous la direction de M. Carnot, au Bureau d'essais de l'École des Mines, a donné les résultats suivants :

Résidu fixe par litre	$0^{gr},2500$
Acide carbonique	$0^{gr},1024$
Chaux	$0^{gr},1176$
Magnésie	traces faibles
Acide sulfurique	$0^{gr},0050$
Chaux	$0^{gr},0035$
Chlorures alcalins	traces très faibles
Acide sulfhydrique et sulfures	absence
Matières organiques	$0^{gr},0400$
	$0^{gr},2685$

» De même que dans les eaux thermales précitées, il n'existe donc pas dans l'eau de la Mer-de-Flines de sulfure à l'état normal, mais seulement des sulfates que des matières organiques réduisent à l'état de sulfures.

» Ce qu'il y a de nouveau dans la production de chalkosine qui vient d'être signalée, c'est qu'elle s'est manifestée en dehors de sources thermales apparentes et à une température moins élevée que dans les exemples connus jusqu'à présent. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. Holtz adresse un Mémoire relatif à l'alimentation en eau potable de la ville de Sedan.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubles.)

M. P. Bianchi adresse, de Blaye (Gironde), une Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. Muterse adresse une Note relative à l'emploi dn soufre à l'état de dissolution, pour combattre les maladies de la vigne.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. Bacquet adresse une Note relative à l'emploi des insecticides contre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre des Finances** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, la collection des Procès-verbaux de la Conférence monétaire internationale (avril, mai, juin et juillet 1881).

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage publié par M. *Fried. Zöllner*, sous le titre « Principien einer electrodynamischen Theorie der Materie. — Erster Band, I. Buch : Abhandlungen zur atomistischen Theorie des Electrodynamik, von *Wilhelm Weber* » ;

2° La livraison de décembre 1880 du *Bullettino* publié par le prince *Boncompagni*. Cette livraison contient la fin de l'Ouvrage « Le Triparty en la Science des nombres », par maistre Nicolas Chuquet ; une Notice sur la vie et les travaux de notre regretté confrère Michel Chasles ; enfin un Catalogue détaillé des publications scientifiques récentes.

3° Les deux premiers fascicules d'un « Traité de Géologie » ; par M. *de Lapparent* ;

4° La troisième Partie du Tome II de la « Faune du calcaire carbonifère de la Belgique », par M. *de Koninck*.

(Ces deux derniers Ouvrages sont présentés par M. Daubrée.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète b 1881 (Tebbutt-Gould-Cruls), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*, par M. **G. Bigourdan**. (Présenté par M. Mouchez.)

Dates. 1881.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite.		Déclinaison.	
			*☄ — ☆	Log. fact. par.	*☄ — ☆	Log. fact. par.
Juill. 3.	*a*	8	$-$ 0^m.57^s,11	+ $\bar{1}$,823	+ 5′.44″,2	+ 0,832
4.	*b*	9	$-$ 1.26,77	$-$ $\bar{2}$,716	$-$ 0.17,7	+ 0,866
5.	*c*	9,5	$-$ 0.27,70	+ $\bar{1}$,929	+ 1.34.0	+ 0,809
7.	*d*	9	+ 1.50,93	+ 0,039	$-$ 1.39,4	+ 0,783
7.	*e*	9	+ 0.25,15	$-$ $\bar{1}$,875	+ 0. 2,5	+ 0,820
9.	*f*	10	$-$ 0.23,26	+ $\bar{1}$,794	+ 1.38,6	+ 0,825
10.	*g*	9,5	$-$ 3.51,33	+ $\bar{1}$,918	$-$10.26,8	+ 0,812
10.	*g*	9,5	$-$ 1.31,70	$-$ 0,005	$-$ 6.31,7	+ 0,800

Dates. 1881.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ☄ — ☆	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. ☄ — ☆	Déclinaison. Log. fact. par.
Juill. 11.	*h*	7	$-11^m.49^s,21$	$+\bar{1},805$	$-8'.16'',7$	+ 0,820
12.	*i*	8,5	+ 1.27,38	+ 0,159	+ 2.39,9	+ 0,765
13.	*j*	4	− 2.24,25	+ 0,371	− 2.27,3	+ 0,593
14.	*k*	9	+11.57,66	+ 0,247	− 3.42,7	+ 0,734
16.	*l*	9	− 2.25,44	+ 0,341	− 0.41,7	+ 0,671
17.	*m*	8	+ 5.15,69	+ 0,448	+ 5.52,1	+ 0,386
18.	*n*	8,5	− 4. 6,89	+ 0,459	− 1.57,3	+ 0,215
19.	*o*	7	+ 2.20,67	+ 0,431	− 8.57,1	+ 0,468
21.	*p*	9,5	+ 5.53,58	+ 0,450	+ 1.24,5	+ 0,089
23.	*q*	9	+ 2. 6,61	+ 0,431	− 8.19,3	+ 0,253
26.	*r*	9,5	+ 0.38,53	+ 0,408	− 2.11,5	$+\bar{1},406$
27.	*s*	9,5	−10.46,55	+ 0,402	+ 0.10,3	$+\bar{1},721$
28.	*t*	7	+ 8.45,42	+ 0,394	+ 3.28,5	$+\bar{1},783$
29.	*u*	9,5	− 4.53,97	+ 0,384	− 3.13,7	$+\bar{1},503$
30.	*v*	8	− 1.43,47	+ 0,370	+ 3.37,2	$-\bar{2},905$
Août 1.	*w*	7,5	− 4.38,30	+ 0,359	− 1.51,3	+ 0,255
Sept. 3.	*x*	9	+ 0. 9,31	+ 0,188	+ 1.47,0	+ 0,426
4.	*y*	9	− 4.19,46	+ 0,181	− 5.13,2	$+\bar{1},554$
12.	*z*	9	− 0.59,73	$-\bar{1},113$	− 0. 2,6	+ 0,868
13.	*a'*	9	− 2.54,84	+ 0,092	− 1.46,1	− 0,090
16.	*b'*	8,5	+ 2.55,95	$+\bar{1},897$	− 2.18,9	− 0,460
17.	*c'*	9,5	− 1.28,31	+ 0,068	− 4.57,1	− 0,196

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1881,0.	Réduct. au jour.	Autorité.
Juill. 3.	*a* 41 Fedorenko Supp...	$6^h.40^m.12^s,01$	$+1^s,52$	$+73°.32'.0'',2$	$-5'',4$	Fedorenko.
4.	*b* 7418 Arg.-OEltzen ...	6.52.55,04	+1,38	+75.13.22,0	− 5,5	Arg.-OEltzen.
5.	*c* 267 Arg.-Z. + 76°...	7. 2.56,91	+1,26	+76.19.48,6	− 5,7	Arg.-Zones.
7.	*d* 8014 Arg.-OEltzen....	7.28.56,47	+0,80	+78.31. 8,2	− 5,8	Arg.-OEltzen.
7.	*e* 265 Arg.-Z. + 78°...	7.32.49,30	+0,83	+78.37.55,1	− 5,9	*Ann. de Bonn*, t. VI.
9.	*f* Anonyme...........	8. 4.46,37	+0,29	+80. 2.56,5	− 5,7	Position approx.
10.	*g* 1227 Carrington.....	8.26.17,72	−0,12	+80.50.51,7	− 5,5	Carrington.
10.	*g* »	8.26.17,72	−0,12	+80.50.51,7	− 5,5	»
11.	*h* 2239 Radcl. I.......	8.53.20,27	−0,55	+81.18.10,2	− 5,0	Radcliffe I.
12.	*i* 1311 Carrington.....	8.58.12,08	−0,69	+81.29. 9,4	− 5,4	Carrington.
13.	*j* Piazzi IX 37.........	9.18.59,23	−1,10	+81.51. 1,1	− 4,8	*Seven Y. Cat.*
14.	*k* 1392 Carrington.....	9.26. 1,85	−1,32	+82. 6. 9,7	− 4,9	Carrington.
16.	*l* 1541 »	10.16.58,91	−2,01	+82.16.38,4	− 3,5	»
17.	*m* 1562 »	10.25.28,09	−2,09	+82.11.55,6	− 3,5	»

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite moyenne 1881,0	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1881,0.	Réduct. au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juill. 18.	*n* 1628 Carrington.....	10.50.56,45	−2,43	+82.19. 2,9	− 2,6	Carrington.
19.	*o* 1651 »	11. 0.29,01	−2,63	+82.22.59,4	− 2,5	»
21.	*p* 1708 »	11.24. 2,08	−2,69	+82. 1.44,2	− 1,8	»
23.	*q* 1772 »	11.51.29,92	−2,93	+81.55.38,1	− 0,9	»
26.	*r* Anonyme...........	12.22.11,92	−2,90	+81.20.53,1	+ 0,1	Position approx.
27.	*s* 1893 Carrington.....	12.42. 9,26	−2,86	+81. 8.11,8	+ 1,1	Carrington.
28.	*t* 2888 Radcl. I........	12.30.32,06	−2,84	+80.54.23,7	+ 0,2	Radcliffe I.
29.	*u* Anonyme...........	12.51.26,36	−2,89	+80.50.37,4	+ 1,3	Position approx.
30.	*v* 398 Arg.-Z. + 80°...	12.55. 7,58	−2,84	+80.34.57,5	+ 1,3	Arg.-Zones.
Août 1.	*w* Fedorenko Supp.....	13.10.57,13	−2,84	+80.16.56,7	+ 1,9	Fedorenko.
Sept. 3.	*x* 562 Arg.-Z. + 75°...	15.21.50,38	−2,99	+75.33.16,4	+ 7,8	Arg.-Zones.
4.	*y* 15486-7 Arg.-OEltzen.	15.29.10,70	−3,03	+75.35.17,3	+ 8,4	Arg.-OEltzen.
12.	*z* 639 Arg.-Z. + 74°...	15.57. 1,98	−3,03	+74.36.34,0	+10,3	Arg.-Zones.
13.	*a′* 649 »	16. 1.27,97	−3,06	+74.34. 0,6	+10,7	»
16.	*b′* 653 »	16. 8.10,93	−3,09	+74.12.56,1	+11,0	»
17.	*c′* 660 »	16.15.20,28	−3,08	+74.12.10,6	+11,7	»

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Juillet 3.....	9.56.32	6.39.16,42	+73.37.39,0	30 : 25
4.....	12. 7.29	6.51.29,65	75.12.58,8	20 : 20
5.....	10. 3. 5	7. 2.30,47	76.21.16,9	20 : 15
7.....	10. 9.46	7.30.48,20	78.29.23,0	20 : 20
7.....	13.57.25	7.33.15,28	78.37.51,7	20 : 20
9.....	11.48.36	8. 4.23,40	80. 4.29,4	20 : 20
10.....	11.48.26	8.22.26,27	80.40.19,4	15 : 40
10.....	14.47. 8	8.24.45,90	80.44.14,5	8 : 18
11.....	12.28.57	8.41.30,51	81. 9.48,5	18 : 36
12.....	11.22.58	8.59.38,77	81.31.43,9	37 : 25
13.....	9.53.36	9.17.33,88	81.48.29,0	28 : 24
14.....	11.30.32	9.37.58,19	82. 2.22,1	27 : 24
16.....	11.18.27	10.14.31,48	82.15.53,2	35 : 30
17.....	9.49. 4	10.30.41,69	82.17.44,2	27 : 30
18.....	9.29. 9	10.46.47,13	82.17. 3,0	27 : 30
19.....	10.33.59	11. 2.47,05	82.13.59,8	28 : 20
21.....	9.43. 4	11.29.52,97	82. 3. 6,9	26 : 30
23.....	9.50. 4	11.53.33,60	81.47.17,9	21 : 23
26.....	9.34.14	12.22.47,55	81.18.41,7	24 : 20
27.....	9.48.50	12.31.19,85	81. 8.23,2	18 : 15
28.....	9.55. 8	12.39.14,64	80.57.52,4	27 : 30

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Juill. 29.....	9.46.15	12.46.29,50	80.47.25,0	17 : 20
30.....	9.32.18	12.53.21,27	80.38.36,0	28 : 28
Août 1.....	10.50.31	13. 6.15,99	80.15. 7,3	27 : 30
Sept. 3.....	15.47. 9	15.21.56,70	75.35.11,2	20 : 24
4.....	9.34.57	15.24.48,21	75.30.12,5	18 : 28
12.....	16.47. 1	15.55.59,22	74.36.41,7	8 : 10
13.....	8.17.53	15.58.30,07	74.32.25,2	17 : 24
16.....	14.12.38	16.11. 3,79	74.10.48,2	15 : 20
17.....	8. 0.21	16.13.48,89	+74. 7.25,2	16 : 23

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une configuration remarquable de cercles dans l'espace*. Note de M. **Cyparissos Stephanos**, présentée par M. C. Jordan.

« **1.** Dans l'étude des variétés linéaires à une dimension V_1^1 contenues dans une autre variété linéaire à quatre dimensions V_4^1, le premier problème d'énumération qui se présente consiste dans la détermination du nombre des variétés V_1^1 dont les coordonnées pluckériennes satisfont à six relations linéaires.

» Le fait que ce nombre est égal à *cinq* est exprimé en langage algébrique par la proposition suivante :

» I. *L'ordre du système d'équations qui relient entre eux les dix déterminants*

$$p_{ij} = \lambda'_i \lambda''_j - \lambda_j \lambda''_i$$

du tableau

$$\begin{vmatrix} \lambda'_1 & \lambda'_2 & \lambda'_3 & \lambda'_4 & \lambda'_5 \\ \lambda''_1 & \lambda''_2 & \lambda''_3 & \lambda''_4 & \lambda''_5 \end{vmatrix}$$

est égal à cinq.

» Cette proposition conduit aisément à cette autre :

» II. *Lorsque les cinq relations*

$$(1) \qquad p_{lm} p_{kn} + p_{mk} p_{ln} + p_{kl} p_{mn} = 0$$

entre les dix quantités

$$p_{ij} = -p_{ji} \quad (i, j = 1, 2, 3, 4, 5)$$

sont satisfaites par quatre systèmes de valeurs

$$p'_{ij},\quad p''_{ij},\quad p'''_{ij},\quad p^{\text{IV}}_{ij}$$

de ces quantités, elles sont aussi satisfaites par un cinquième système p^{V}_{ij} *provenant d'une combinaison linéaire*

$$p^{\text{V}}_{ij} = \mu' p'_{ij} + \mu'' p''_{ij} + \mu''' p'''_{ij} + \mu^{\text{IV}} p^{\text{IV}}_{ij}$$

des quatre premiers [1].

» Les théorèmes que nous venons d'énoncer peuvent trouver naturellement des applications géométriques bien variées. Notre but est d'indiquer dans la suite certaines conséquences de ces théorèmes, en considérant, au lieu d'une variété abstraite à quatre dimensions, celle formée par les sphères de l'espace.

» 2. Puisque les diverses sphères de l'espace constituent un système linéaire

$$\lambda_1 S_1 + \lambda_2 S_2 + \lambda_3 S_3 + \lambda_4 S_4 + \lambda_5 S_5 = 0,$$

on peut considérer comme coordonnées d'un cercle (faisceau de sphères), déterminé par deux sphères

$$\Sigma \lambda'_i S_i = 0, \quad \Sigma \lambda''_i S_i = 0,$$

les dix quantités $p_{ij} = \lambda'_i \lambda''_j - \lambda'_j \lambda''_i$ qui sont liées entre elles par les relations (1). Un complexe linéaire de cercles serait formé par l'ensemble des cercles dont les coordonnées satisfont à une équation linéaire.

» Il résulte du théorème II qu'*à tout système de quatre cercles de l'espace est attaché un cinquième dont les coordonnées sont composées linéairement avec les coordonnées correspondantes des quatre premiers* [2]. On obtient de la sorte un système remarquable de cinq cercles dont chacun complète, en quelque

---

(1) Les inverses des valeurs qui conviennent aux paramètres μ se trouvent être proportionnels à des fonctions entières des $p'_{ij}, p''_{ij}, p'''_{ij}, p^{\text{IV}}_{ij}$. Ainsi la fonction proportionnelle à $\frac{1}{\mu'}$ est du second ordre par rapport aux p'_{ij} et du premier par rapport aux $p''_{ij}, p'''_{ij}, p^{\text{IV}}_{ij}$. On remarquera qu'il suffit que cette fonction soit nulle pour que les quantités p^{V}_{ij} soient proportionnelles aux p'_{ij}.

(2) Ce cinquième cercle est évidemment un covariant des quatre cercles donnés pour toutes les transformations linéaires *de l'espace* V^1_4 *des sphères*, et en particulier pour les transformations par rayons vecteurs réciproques.

sorte, la figure formée par les quatre autres. Nous appellerons un pareil système de cinq cercles un *pentacycle*.

» *Toutes les fois que quatre cercles appartiennent à un complexe linéaire, le cercle qui forme avec eux un pentacycle appartient au même complexe.*

Six complexes linéaires de cercles ont en commun cinq cercles formant un pentacycle.

» 3. Voici maintenant comment, *étant donnés quatre cercles* 01, 02, 03, 04 *dans l'espace, on peut construire le cinquième cercle* 05 *du pentacycle qu'ils déterminent*.

» On détermine d'abord les quatre cercles 15, 25, 35, 45, dont chacun ($i5$) rencontre en deux points trois (oj, ok, ol) des cercles donnés [1]. On considère ensuite les sphères $oi.j5$ qui joignent les cercles oi aux cercles $j5$. Ces sphères sont au nombre de douze et se rangent en six couples :

$$\left.\begin{matrix}01.25\\02.15\end{matrix}\right\},\quad \left.\begin{matrix}01.35\\03.15\end{matrix}\right\},\quad \left.\begin{matrix}01.45\\04.15\end{matrix}\right\},\quad \left.\begin{matrix}02.35\\03.25\end{matrix}\right\},\quad \left.\begin{matrix}02.45\\04.25\end{matrix}\right\},\quad \left.\begin{matrix}03.45\\04.35\end{matrix}\right\};$$

elles donnent ainsi lieu à six nouveaux cercles

$$34,\qquad 24,\qquad 23,\qquad 14,\qquad 13,\qquad 12,$$

intersections des sphères des couples respectifs.

» Ces nouveaux cercles sont maintenant situés par couples de deux sur trois sphères 12.34, 13.24, 14.23.

» *Ces trois dernières sphères se coupent suivant un même cercle qui coïncide avec le cercle* 05 *cherché*.

» 4. Les quinze cercles 01, 02, 03, 04, 05, 12, ..., 45 que nous avons eu à considérer forment une configuration bien symétrique. *Deux de ces cercles sont situés sur une même sphère toutes les fois que leurs symboles n'ont pas d'indice commun. Ainsi ils sont situés trois à trois sur quinze sphères.*

» *Ces quinze cercles peuvent être groupés en six pentacycles* 0, 1, 2, 3, 4, 5. *Les cercles appartenant à un même pentacycle ont des symboles ayant un indice commun.* »

---

[1] C'est à M. Darboux que nous devons la remarque sur l'existence d'un cercle qui rencontre trois cercles de l'espace chacun en deux points. *Voir* la Note de M. Darboux : *Sur une nouvelle définition de la surface des ondes* (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 446-448).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fuchsiennes.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« 1. J'ai retrouvé par une autre voie un certain moyen d'exprimer les fonctions fuchsiennes par des séries, moyen dont j'avais déjà parlé dans un Mémoire antérieur, mais non dans les résumés insérés aux *Comptes rendus.*

» J'envisage un groupe fuchsien G formé des substitutions

$$\left(z, \frac{\alpha_i z + \beta_i}{\gamma_i z + \delta_i}\right),$$

i variant de o à l'infini, et je considère la série

$$\varphi(z, a) = \sum_{i=0}^{i=\infty} \frac{1}{z - \dfrac{\alpha_i a + \beta_i}{\gamma_i a + \delta_i}} (\gamma_i a + \delta_i)^{-2m}.$$

Si z était une constante et a la variable indépendante, cette série serait une fonction thétafuchsienne de a; mais je regarde au contraire z comme la variable et a comme une constante.

» Soit

$$\left(z, \frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}\right)$$

une des substitutions fondamentales du groupe G. On trouve aisément

$$(\gamma z + \delta)^{2m-2} \varphi\left(\frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}\right) - \varphi(z)$$
$$= \sum_{\mu=0}^{\mu=2m-2} (\gamma z + \delta)^{\mu} \sum_{i=0}^{i=\infty} \frac{1}{\left[\gamma\left(\dfrac{\alpha_i a + \beta_i}{\gamma_i a + \delta_i}\right) + \delta\right]^{\mu}} (\gamma_i a + \delta_i)^{-2m}.$$

» Le second membre est un polynôme en z de degré $2m - 2$ et dont les coefficients sont des constantes, fonctions thétafuchsiennes de a.

» Cela posé, soit n le nombre des substitutions fondamentales de G multiplié par $2m - 1$. On pourra toujours, dans l'expression

$$\Phi(z) = A_0 \varphi(z, a_0) + A_1 \varphi(z, a_1) + \ldots + A_n \varphi(z, a_n),$$

choisir les constantes A et a de telle sorte que

$$(\gamma z + \delta)^{2m-2} \Phi\left(\frac{\alpha z + \beta}{\gamma z + \delta}\right) = \Phi(z).$$

» Le quotient de deux fonctions telles que $\Phi(z)$ sera alors une fonction fuchsienne.

» 2. Parmi les équations linéaires de la forme

$$\frac{d^2 v}{dx^2} = v\varphi(x), \tag{1}$$

où $\varphi(x)$ est une fonction rationnelle de x, dont les intégrales sont régulières et dont les points singuliers sont donnés, ainsi que les racines des équations déterminantes correspondantes, il ne peut y en avoir qu'une telle que x soit fonction fuchsienne (de la première, deuxième ou sixième famille) du rapport des intégrales.

» Il existe un théorème analogue pour le cas où $\varphi(x)$ est algébrique.

» 3. Dans une Note que j'ai eu précédemment l'honneur de présenter à l'Académie, j'ai parlé d'équations de la forme (1) dont les intégrales étaient irrégulières et où cependant x était fonction fuchsienne du rapport des intégrales. De pareilles fonctions fuchsiennes n'existent pas dans tout l'intérieur du cercle fondamental, mais seulement dans un espace limité par une infinité de cercles, tangents entre eux et orthogonaux au cercle fondamental.

» 4. Il existe une expression très simple du genre de la relation algébrique qui a lieu entre deux fonctions fuchsiennes de même groupe. Reprenons le polygone générateur du groupe, et soient $2n$ le nombre des côtés de la première sorte et p le nombre des cycles formés de sommets de la première ou de la deuxième catégorie; le genre sera

$$\frac{n+1-p}{2}$$

pour les fonctions de la première, de la deuxième ou de la sixième famille et

$$n-p$$

pour les fonctions des autres familles. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une particularité expérimentale, relative à la loi équipotentielle que suivent les anneaux de Nobili.* Note de M. **Ad. Guébhard.**

« De nombreuses expériences, dont les résultats ont été présentés à l'Académie à diverses reprises, j'ai fait ressortir ce fait, qu'en plaçant au-dessus

d'une lame métallique, formant le fond d'un vase électrolytique, des pointes en nombre quelconque attachées aux conducteurs d'une pile de forte tension, les anneaux colorés qui prennent naissance répondent toujours d'une manière frappante aux systèmes équipotentiels que l'on obtiendrait en appliquant directement, sur une feuille isolée, des pôles de noms contraires aux précédents. De là une assimilation naturelle du phénomène d'écoulement dynamique à un simple phénomène d'influence statique, et la nécessité, théoriquement, de considérer le liquide comme un isolant presque absolu, où le passage, écoulement ou transport, de l'électricité ne saurait se faire que suivant le trajet minimum de la pointe à la plaque.

» C'est ce dernier fait, peu conforme aux figurations primitives de Nobili, non moins qu'aux idées courantes sur l'électrolyse, que j'ai été à même de vérifier expérimentalement, en étudiant, au moyen d'éclairages fortement concentrés, les courants liquides rendus visibles d'une électrode à l'autre soit par les transports de particules matérielles, soit par les dégagements gazeux qui les accompagnent. Ceux-ci se produisent avec une grande abondance dans le tartrate double d'antimonyle et de potassium, entre la plaque positive et l'électrode négative. Il est alors facile de distinguer, entre de grosses bulles adhérentes qui ne se détachent, à de rares intervalles, que par l'effet de la pesanteur, des myriades de bulles microscopiques qui, du plus loin qu'elles arrivent [et je veux parler de distances de $0^m,06$ à $0^m,07$, avec une électrode élevée de $0^m,005$ à $0^m,006$ (1)], courent en files serrées le long de la plaque jusque dans le voisinage le plus rapproché de l'électrode, et là seulement, par une brusque courbure, se relèvent pour en suivre la surface jusqu'au niveau supérieur du liquide.

» Ces trajectoires, parfaitement déterminées et indépendantes de l'action de la pesanteur, que peuvent-elles être, une fois faite la part des frottements internes et des agitations tourbillonnaires du liquide, sinon des lignes de force de l'écoulement électrique? Et dès lors, si l'on essaye de concevoir, dans le milieu complexe formé par le liquide mauvais conducteur et les portions métalliques, le système orthogonal des surfaces de niveau et d'écoulement, n'est-il pas naturel que, ces dernières ayant toutes une nappe horizontale appliquée sur presque toute l'étendue de la plaque et seule-

---

(1) Force électromotrice, environ 25 volts, fournis par une série de petits éléments Bunsen, de 10^{cc} environ. — Lame mince de fer doux ou de cuivre laminé argenté. Électrode quelconque, lame ou aiguille.

ment rattachée à l'électrode par un ombilic fortement acuminé, les autres comportent, dans le voisinage de la plaque, des nappes cylindriques à axe vertical, ayant pour directrices les courbes équipotentielles formées dans le plan autour de la petite portion soumise à l'influence directe de la pointe? D'ailleurs Kirchhoff a montré, il y a longtemps, que la quantité d'électricité qui traverse chaque élément d'un conducteur à dimensions finies doit être proportionnelle au potentiel et non à la densité élémentaire de l'électricité, comme avait pu l'admettre Ohm, sans inconvénient, dans ses belles recherches sur les conducteurs linéaires. Une application directe de la loi de Faraday conduit alors à la loi que j'ai signalée, et aucune objection théorique ne saurait plus s'élever contre l'évidence toute matérielle des faits.

» J'ai même poussé plus loin la similitude en répétant, avec des électrodes diversement contournées, les belles expériences de décharge statique de MM. Antolik et Mach [1]. En profitant de certains jeux de polarisation et de contre-courants produits par le renversement brusque du courant principal, je suis parvenu à fixer sur mes feuilles la trace essentiellement fugace des lignes d'écoulement. Sur les échantillons encore imparfaits que je présente aujourd'hui, on peut même distinguer, dans l'ensemble de ces traînées fixes et nettes, la tendance aux figures interférentielles qui rendent si curieux les véritables dessins qu'a obtenus M. Mach sur du verre enfumé. Quant au système de courbes fermées, si nettement parallèles et équidistantes, du professeur de Prague, elles diffèrent certainement de mes courbes équipotentielles à développement beaucoup plus large autour des électrodes; mais j'ai tout lieu de croire que la différence s'atténuerait sensiblement si l'on supprimait les effets mécaniques de l'onde aérienne emprisonnée entre les deux lames de verre.

» Quoi qu'il en soit, cette nouvelle confirmation, jointe à celles que j'ai obtenues par la décomposition lente de sels imbibant des feuilles de papier, me paraît mettre hors de doute, dans sa généralité, une méthode que j'ai pu étendre également aux phénomènes calorifiques, en chauffant avec de petites flammes de Kœnig des plaques refroidies en d'autres points par des courants d'eau froide. »

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie de Vienne* (section des Sciences), t. LXXII, p. 44-53; LXXVII, p. 819-838, et LXXX, p. 476-487, etc. — *Annales de Poggendorff*, t. CLIV, p. 14-37, et DE WAHA, Institut de Luxembourg; 1877.

NAVIGATION. — *Théorie d'un bateau rapide.* Note de M. **R. Pictet.**

« Tous les bateaux construits jusqu'à ce jour flottent d'après le principe d'Archimède, déplaçant un volume d'eau dont le poids est égal au leur. Les vitesses variables dont ils sont animés n'ont qu'une influence insignifiante sur le poids de l'eau déplacée; de plus, les résistances au mouvement de translation croissent comme le carré des vitesses, et le travail des machines propulsives comme le cube de ces vitesses.

» Nous nous sommes proposé d'étudier analytiquement la forme la plus rationnelle d'un bateau rapide, c'est-à-dire la forme qui permette de transporter le plus *économiquement* et le plus *rapidement* un poids donné de marchandises.

» Pour préciser le problème, prenons un bateau quelconque et faisons passer un plan par la section du maître-couple. L'origine de trois axes rectangulaires étant prise au milieu de la ligne de flottaison, dans cette section, nous appellerons axe des X l'horizontale passant par l'origine dirigée vers la *proue du bateau*, axe des Y l'horizontale allant de *bâbord à tribord*, et axe des Z la verticale dirigée à *fond de cale*.

» La surface de la carène du bateau pourra se représenter par l'expression générale $F(x, y, z)$. Ce sera une surface continue, affectant d'une manière générale la forme d'un ellipsoïde allongé.

» Les coefficients de x, y, z ne peuvent *jamais être nuls*, car le bateau se réduirait à un plan ou à une droite : donc toutes les parties élémentaires de la surface, comprises entre le maître-couple et la proue, et le maître-couple et la poupe, donneront une *valeur numérique* pour l'angle qu'elles font avec l'axe des X, direction dans laquelle s'effectue le mouvement de translation du bateau. Toutes les masses d'eau en contact avec la surface extérieure du bateau reçoivent des accélérations qui sont proportionnelles au *sinus de ces angles* et à la *vitesse du bateau*.

» Entre le maître-couple et la proue, la pression sur chaque élément de surface pendant le mouvement est *positive*; entre le maître-couple et la poupe, la pression est *négative*, c'est-à-dire que la poussée de l'eau contre les flancs du bateau tend à *augmenter* à l'*avant* et à *diminuer* à l'*arrière*, lorsque le bateau passe du repos à une vitesse quelconque.

» Si, dans le calcul actuel, nous négligeons les *frottements* dus à la viscosité de l'eau, et que nous ne considérions que les masses d'eau mises en mou-

vement, la résistance en un point quelconque sera représentée par l'expression suivante :

$$dF(x,y,z)\,Kv^2 \sin X = \text{résistance élémentaire.}$$

K est un paramètre constant et v est la vitesse du bateau. Passant de la résistance élémentaire à la résistance totale, on aura, pour une certaine vitesse v, l'intégrale

$$Kv^2 \int_0^{\text{long}} \int_0^{\text{larg}} \int_0^{\text{tir. d'eau}} dF(x,y,z) \sin X = \text{résistance totale.}$$

» Il faut, pour que le problème visé soit résolu, que cette intégrale *soit maximum.*

» Jusqu'à présent, les constructeurs ont diminué la valeur numérique de cette fonction, en portant leur attention sur les limites des intégrations successives. C'est en diminuant la *largeur des bateaux* et leur *tirant d'eau*, au profit de la longueur, que l'on est parvenu à accélérer leur marche, mais le tonnage du bateau est en souffrance, puisqu'il est représenté par le volume dont la carène est la surface.

» Nous avons cherché la solution, non pas dans les *limites* des intégrations, mais dans la fonction elle-même $F(x, y, z)$.

» En considérant que la résistance de l'eau se décompose en deux forces perpendiculaires, l'une *verticale*, luttant contre la pesanteur, l'autre *horizontale*, luttant contre la rigidité des flancs du bateau, le problème de la construction d'un bateau rapide est ramené à certaines conditions, dont voici les essentielles :

» 1° *Il faut que le volume dont l'équation* $F(x, y, z)$ *est la surface extérieure (au-dessous de la ligne de flottaison) soit égal à* T, *le tonnage voulu.*

» 2° *Il faut que l'intégrale de la surface élémentaire, multipliée par le sinus de l'angle fait par l'élément de surface avec l'axe des* X, *soit minimum.*

» 3° *Il faut que la résultante de l'action mécanique de l'eau contre la carène soit* maximum *dans la direction opposée à la pesanteur, et* minimum *dans toutes les autres directions.*

» 4° *Il faut que la machine propulsive soit calculée de telle sorte que l'effort en* kilogrammes *qu'elle peut exercer soit supérieur à l'intégrale de la résistance de l'eau pour la* vitesse minimum *que l'on veut atteindre.*

» Le travail de la machine en kilogrammètres dépendra de la vitesse

obtenue en dehors de cette vitesse minimum, qui sert de base au calcul de la carène.

» En introduisant ces conditions dans l'équation fondamentale du mouvement, l'analyse montre qu'il n'y a *qu'une seule forme qui les satisfasse toutes.* Cette forme a comme caractéristique les trois traits suivants : si nous appelons *lignes d'eau* les lignes que marqueraient contre la carène toutes les petites masses d'eau qui la touchent lorsque le bateau est en marche et qu'elles passent de l'avant à l'arrière, nous trouvons :

» 1° *Que toutes les lignes d'eau doivent être contenues dans des plans parallèles au plan des* XZ;

2° *Que la réunion des lignes d'eau forme une surface développable, plane dans le sens des* XY *et parabolique dans la direction des* XZ.

» 3° *Toutes les lignes d'eau ont la même équation d'une même parabole; le sommet est à l'avant du bateau et la concavité de la parabole est dirigée vers le bas, c'est-à dire vers le fond de l'eau.*

» Les paramètres de l'équation de la parabole sont fonction du *tonnage du bateau,* de sa *longueur*, de sa *largeur* et de la *vitesse minimum* que l'on veut atteindre. En appelant ces paramètres α et μ, l'équation d'une ligne d'eau peut s'écrire

$$y = \mu x + \frac{1}{2}\alpha x^2 + \frac{\mu}{2}\left(\frac{1}{3}\alpha^2 x^3 + \alpha\mu x^2 + \mu x\right).$$

» On voit par là que le bateau est large, relativement plat, et que le fond reçoit constamment une poussée de bas en haut opposée à la pesanteur. Cette poussée tend à *déniveler* le bateau et à diminuer son tirant d'eau au fur et à mesure que la vitesse augmente.

» Le travail de la machine propulsive passe par un *minimum* lorsque le bateau atteint la vitesse pour laquelle la courbe de sa carène a été calculée.

» C'est en égalant à zéro la durée de l'équation dynamique du problème que l'on obtient les équations de condition pour la détermination numérique des paramètres μ et α.

» La construction graphique de la courbe des vitesses et du travail du propulseur correspondant montre que, dans certaines limites, *trois vitesses* correspondent au même travail du moteur : une vitesse relativement faible, première période; une vitesse plus considérable, instable et difficile à maintenir constante, vu l'influence des moindres variations; une vitesse supérieure à la *vitesse minimum voulue*, seconde période.

» A partir de la vitesse où commence la seconde période, les résistances passives de l'air, de l'hélice dans l'eau, les frottements, etc., augmentent constamment et amènent un maximum dans le travail du moteur, correspondant au maximum absolu de vitesse possible.

» Le calcul montre qu'on peut espérer atteindre des vitesses de 50^{km} et 60^{km} à l'heure, avec un bateau rapide construit sur ce principe.

» La construction d'un *bateau rapide* a été confiée, pour la vérification expérimentale, à la Société genevoise de construction d'instruments de Physique. Les essais auront lieu le 1er mars 1882. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les courants engendrés par l'électricité atmosphérique et les courants telluriques.* Note de M. **J. Landerer**, présentée par M. Janssen. (Extrait.)

« Au mois de juin 1876, j'ai disposé, à Tortose, une ligne télégraphique formée d'un fil de fer galvanisé de 2^{mm} de diamètre, tendu horizontalement à la hauteur des toitures, entre deux maisons distantes de 288^{m}; ce fil communiquait avec la terre par l'intermédiaire des tuyaux de plomb servant à conduire les eaux potables de la ville. L'alignement des deux maisons fait avec le méridien magnétique un angle de S. 28° W. Un téléphone fut adjoint à la ligne, en février 1878.

» L'*électricité atmosphérique* engendre, dans un tel circuit, des courants dont les causes de production sont diverses.

» 1° Les uns sont dus à la condensation de la vapeur d'eau; ils peuvent être perçus au téléphone, où ils produisent un bruit particulier qui rappelle assez bien le *cri de l'étain*. Un galvanomètre sensible n'en décèle pas, ou presque pas, l'existence (1). Ainsi qu'on pouvait s'y attendre, c'est surtout pendant la nuit, ou quand l'air est très humide, que ces courants atteignent leur maximum d'intensité.

» 2° D'autres sont produits par la décharge plus ou moins lointaine de l'électricité des nuages; ils agissent sur le téléphone, en y produisant un pétillement continu, ou un bruit d'autant plus sec que la décharge est moins éloignée. A l'approche des tempêtes, le bruit ressemble à celui que produit un jet de vapeur. Les éclairs que l'on désigne sous le nom d'*éclairs*

---

(1) Pour que l'on puisse se faire une idée de la sensibilité du galvanomètre dont je me suis servi dans ces expériences, je dirai que deux fils, zinc et cuivre, d'un demi-millimètre de diamètre, passés par leurs bouts sur la langue, produisent une déviation de 2°,3.

sans tonnerre produisent aussi un bruit très dictinct. Ces courants ont une action très sensible sur le galvanomètre.

» 3° Il y a enfin des courants engendrés par le vent; ils sont sans action sur le téléphone, mais ils agissent fortement sur le galvanomètre. Leur intensité est une fonction de la vitesse du vent; à Tortose, les vents très secs de l'ouest, qui soufflent pendant la plus grande partie de l'année, sont ceux qui impriment à l'aiguille les plus fortes oscillations.

» On observe aussi des intervalles de repos, pendant lesquels aucun de ces courants ne se manifeste.

» Les *courants telluriques* agissent sur le galvanomètre, aussi bien que sur le téléphone. Ils se distinguent des courants atmosphériques par la régularité et la continuité de leur action, pendant des intervalles assez longs (¹).

» L'intensité du courant de la terre est variable. A l'approche des grandes pluies d'automne et d'hiver, dans nos contrées, quand le vent très humide de l'est y souffle avec violence, la déviation galvanométrique atteint ses plus grandes amplitudes. Quelquefois, quoique moins fréquemment, elle devient très petite, ou tout à fait nulle, dans les mêmes circonstances. Dans les trois cas, mais surtout dans le premier, cette variation bien sensible est le signe d'un changement de temps, souvent de l'approche de la pluie.

» Pendant les tempêtes, il arrive quelquefois que le sens du courant change subitement à la suite de l'éclair, surtout si la décharge électrique a été forte, et dans le sens opposé à celui du courant. Cette inversion est toujours de courte durée. »

(¹) Au début de mes observations (28 juin 1876), le courant de la terre était dirigé du nord au sud; il devint nul le 6 juillet, et le lendemain il était dirigé en sens contraire. Depuis cette époque jusqu'au 28 novembre 1877, le courant alla toujours du sud au nord, sauf quelques changements de sens, de peu de durée, qui furent, à peu de chose près, en coïncidence avec les pleines lunes et les nouvelles lunes. Le 29 et le 30 novembre, le courant devint nul; le 1er décembre, celui du nord au sud s'établit, sans interruption, jusqu'au 4 avril 1878. Depuis lors, le courant sud-nord n'a éprouvé que des inversions très légères et momentanées. Ces changements de sens, de même que ces inversions, n'ont été nullement en concomitance ni avec les taches du Soleil ni avec certaines positions de la Lune dans son orbite; l'apparition de la grande comète *b* 1881 n'y a point apporté de perturbation appréciable.

CHIMIE. — *Action du soufre sur les sulfures alcalins en solution très diluée.* Note de M. **Filhol**, présentée par M. Berthelot.

« Le soufre agissant sur les solutions, même très diluées, de monosulfure de sodium, donne lieu à la formation d'un polysulfure, sans qu'il y ait production d'une quantité d'hyposulfite un peu notable. Les choses se passent comme si le monosulfure avait subsisté, malgré la dilution.

» Il est cependant plus rationnel d'admettre que le monosulfure qui s'était décomposé sous l'influence de l'eau en sulfhydrate et soude hydratée, comme l'indique l'équation $2NaS + 2HO = NaSHS + NaOHO$, s'est reconstitué en présence du soufre, et a donné lieu à la production du polysulfure. En effet, la quantité de chaleur dégagée par la formation du mélange de sulfhydrate et de soude hydratée est moindre que celle qui résulte de la reconstitution de l'eau et de la formation du polysulfure.

» Quoi qu'il en soit, si l'on fait chauffer à l'abri de l'air, dans des ballons scellés à la lampe, des solutions contenant les éléments du monosulfure de sodium ou ceux du sulfhydrate avec du soufre, on constate que la solution de sulfhydrate ne donne pas de polysulfure, tandis que celle qui contient les éléments du monosulfure se colore en jaune et acquiert toutes les propriétés des polysulfures. Or les eaux sulfurées des Pyrénées se transforment en solutions polysulfurées, quand on les fait chauffer dans les conditions que je viens de signaler.

» Voici les résultats de mes expériences sur quelques eaux sulfurées naturelles.

» *Bagnères-de-Luchon* (source du pré n° 1). — Un litre d'eau, analysée au moyen d'une solution titrée d'iode, contenait une quantité de composé sulfuré correspondant à :

	Sulfhydrate de soude	$0^{gr},0544$
	Soude hydratée	0,0389
ou bien		
	Monosulfure de sodium	$0^{gr},0758$

» L'eau désulfurée par l'acétate de zinc et filtrée contenait en outre par litre $0^{gr},0124$ d'hyposulfite.

» Après la transformation en polysulfure par la réaction du soufre sur cette eau minérale, dans les conditions décrites ci-dessus, la quantité d'iode observée par litre d'eau s'était élevée à $0^{gr},0292$, tandis qu'elle n'était

auparavant que de $0^{gr},0247$. Cette augmentation était due à la transformation du silicate alcalin contenu dans l'eau minérale en sulfure et hyposulfite, $3NaOHO + S^8 = 2NaS^3 + NaO,S^2O^2$. La dose de silicate contenue dans l'eau devait donner $0^{gr},0200$ d'hyposulfite.

» On a donc :

	gr
1° Hyposulfite préexistant	0,0124
2° Hyposulfite de nouvelle formation	0,0200
Total........	0,0324

Or le liquide polysulfuré a donné à l'analyse :

Hyposulfite....................................	$0^{gr},0347$

quantité qui approche beaucoup de celle qu'indique la théorie. Le léger excès doit être attribué à l'action de l'air, dont l'élimination n'a pas été complète.

» Si l'alcali hydraté provenant de l'action de l'eau sur le sulfure primitif eût exercé son action sur le soufre comme s'il était libre, il aurait dû se former $0^{gr},0255$ d'hyposulfite, et la dose de ce dernier sel se serait élevée dans l'eau polysulfurée à $0^{gr},0579$.

» Il est donc évident qu'en présence du soufre le mélange $NaSHS + NaOHO$ a produit la réaction inverse, avec production de polysulfure, et qu'il s'est formé $2NaS^3 + 2HO$.

» Des essais faits sur l'eau de Barèges ont donné des résultats analogues aux précédents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle série de bases dérivées de la morphine.* Note de M. É. Grimaux, présentée par M. Cahours.

« En traitant par l'iodure de méthyle la codéine ou le dérivé sodé de la morphine, on obtient, comme je l'ai indiqué [1], l'iodométhylate de codéine $C^{18}H^{19}AzO^3,CH^3I$, qui possède les propriétés d'un iodure d'ammonium quaternaire. Traité par l'oxyde d'argent, il ne fournit pas l'hydrate d'ammonium correspondant; celui-ci, par la simple concentration au bain-marie de la solution aqueuse, se transforme en une base tertiaire solide et cristallisable.

» Cette base est un peu soluble dans l'eau, facilement soluble dans

[1] *Comptes rendus,* séance du 16 mai 1881.

l'alcool et dans l'éther; elle se sépare de sa solution dans l'alcool faible sous la forme d'aiguilles brillantes, fusibles à 118°,5. Le chlorhydrate est cristallisable. La base est précipitée de ses sels par la potasse et par l'ammoniaque: caractère qui la distingue de la codéine et de la codéthyline que l'ammoniaque ne précipite pas. Elle donne avec l'acide sulfurique une réaction caractéristique. L'acide concentré la colore en brun, puis, par l'addition de quelques gouttes d'eau, elle se dissout en donnant une liqueur d'un bleu violet très intense : une plus grande quantité d'eau fait virer la couleur au rouge clair, puis la détruit complètement.

» Cette réaction est absolument semblable à celle que fournit la cryptopine.

» La nouvelle base paraît se former par enlèvement d'une molécule d'eau à l'hydrate d'ammonium quaternaire et constituer la méthocodéine

$$C^{19}H^{23}AzO^{3} = C^{18}H^{20}AzO^{2}(OCH^{3}),$$

isomère de la codéthyline $C^{17}H^{18}AzO^{2}(OC^{2}H^{5})$.

» Les analyses de la base séchée à 100° conduisent, les unes à la formule précédente, d'autres à celle d'un hydrate à une molécule d'eau.

» M. Claus a montré que les iodures d'ammoniums quaternaires dérivés de la cinchonine et de la cinchonidine fournissent, par l'action de la potasse, des bases tertiaires en perdant les éléments de l'acide iodhydrique, de telle sorte que le groupe alcoolique, fixé d'abord à l'azote dans l'iodure d'ammonium quaternaire, entre ensuite dans le radical hydrocarboné.

» J'ai pensé que la formation de la méthocodéine était due à une réaction du même genre, devant se produire dans les mêmes conditions; en effet, en faisant bouillir l'iodométhylate de codéine avec une solution aqueuse de potasse, on obtient également de la méthocodéine, mais le rendement est plus avantageux avec l'oxyde d'argent, la transformation ayant lieu à une température inférieure à 100°.

» Pour essayer de généraliser cette réaction, j'ai préparé l'iodométhylate de codéthyline. Ce corps, qui n'a pas encore été décrit, se présente, comme l'iodométhylate de codéine, soit à l'état hydraté, soit à l'état anhydre. Par refroidissement rapide de sa solution aqueuse, il se prend en une masse ressemblant à l'empois d'amidon et formée de petites aiguilles hydratées; par refroidissement lent, il est en cristaux durs, volumineux, anhydres.

» Cet iodométhylate, traité par l'oxyde d'argent et la potasse, se convertit en une base tertiaire, cristallisable, fusible à 132°, ressemblant à la méthocodéine, mais moins soluble dans l'éther; elle donne avec l'acide

sulfurique la même coloration violette. Cette base n'a pas été analysée; il est probable qu'elle constitue la méthocodéthyline

$$C^{20}H^{26}AzO^{3} = C^{18}H^{21}AzO^{2}(OC^{2}H^{5}).$$

» Il y a donc là une réaction générale permettant d'obtenir des homologues de la codéine, renfermant les nouveaux groupes alcooliques, non dans l'oxhydrile phénolique de la morphine, mais dans le radical hydrocarboné de la morphine elle-même. C'est ainsi, comme il a été dit plus haut, que la méthocodéine est isomère de la codéthyline :

$$\underbrace{C^{18}H^{20}AzO^{2}(OCH^{3})}_{\text{Méthocodéine.}} \quad \underbrace{C^{17}H^{18}AzO^{2}(OC^{2}H^{5})}_{\text{Codéthyline.}}$$

» La méthocodéine agit moins énergiquement sur l'organisme que la codéthyline; M. Bochefontaine a constaté qu'elle est vomitive et narcotique, tandis que la codéthyline est convulsivante. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel alcaloïde des quinquinas.* Note de **M. Arnaud**, présentée par M. Wurtz.

« Les premiers alcaloïdes isolés à l'état de pureté des écorces de quinquina furent la cinchonine et la quinine, par Pelletier et Caventou, en 1820. Plus tard, d'autres expérimentateurs préparèrent deux nouveaux alcaloïdes : la quinidine, isomère de la quinine, et la cinchonidine, isomère de la cinchonine ; contestés, puis admis de nouveau, ces alcaloïdes furent bien étudiés et exactement définis par les beaux travaux de M. Pasteur. Pelletier et Corriol avaient signalé dans certaines écorces la présence d'un alcaloïde spécial qu'ils appelèrent *aricine*; M. Hesse, dans de nouvelles recherches, confirma l'existence et la composition données à cette base. En 1872, M. Hesse découvrit la quinamine et un isomère, la conquinamine, dans les quinquinas cultivés dans l'Inde. Enfin MM. Willm et Caventou ont obtenu, par oxydation de la cinchonine par le permanganate de potassium, l'hydrocinchonine, ne différant de la cinchonine que par 2^{at} d'hydrogène en plus. C'est également la composition du nouvel alcaloïde qui fait l'objet de la Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie. La nouvelle base diffère complètement, par ses propriétés physiques et chimiques, de l'hydrocinchonine : je propose de l'appeler *cinchonamine*, rappelant ainsi ses rapports de composition avec la cinchonine et avec la quinamine.

» Je constatai la présence de la cinchonamine dans une écorce très dense, d'un rouge brun foncé, à cassure résineuse, provenant de la province de Santander (États-Unis de Colombie); ce quinquina ne ressemble pas à ceux importés ordinairement de ces régions. La cinchonamine existe dans cette écorce simultanément avec la cinchonine, fait sur lequel j'insiste. La teneur en alcaloïdes est de 0,8 à 1 pour 100 de cinchonine, et 0,2 de cinchonamine. Afin d'en extraire les alcaloïdes, l'écorce est traitée par un lait de chaux; ce mélange, séché à la température ordinaire, est épuisé par l'alcool concentré bouillant; après distillation, le résidu est repris par l'acide chlorhydrique étendu en excès. Le chlorhydrate de cinchonamine, peu soluble à froid, cristallise, tandis que le chlorhydrate de cinchonine reste en solution. C'est sur cette propriété que repose la séparation.

» La cinchonamine est insoluble dans l'eau froide; elle cristallise en prismes incolores, brillants et anhydres de sa solution alcoolique bouillante, en fines aiguilles de sa solntion éthérée chaude ou par évaporation spontanée. 1 partie se dissout dans 100 parties d'éther (densité 0,720) à 17°. A la même température, 1 partie se dissout dans 31,6 d'alcool à 90°. Elle fond au-dessous de 195°, se solidifie par refroidissement en une masse transparente amorphe. En solution alcoolique, elle ramène au bleu le tournesol rouge. Elle est dextrogyre dans l'alcool à 93° $[\alpha]_D = +117°,9$. Les sels en solution sont précipités par la potasse, l'ammoniaque. Elle neutralise parfaitement les acides en formant des sels peu solubles en général. Enfin elle est légèrement amère. Les sels, en solution acide, ne sont pas fluorescents.

» Le chlorhydrate $C^{19}H^{24}Az^2O, HCl + H^2O$ cristallise très facilement en prismes ou lames prismatiques, peu soluble dans l'eau froide, bien moins dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique.

» Le chloroplatinate $2(C^{19}H^{24}Az^2O, HCl)PtCl^4$, poudre jaune clair, cristalline, obtenue par précipitation d'un sel de cinchonamine en solution acide par un excès de bichlorure de platine, est presque insoluble dans l'eau pure et dans l'eau acidulée.

» Le sulfate séché à 100° $(C^{19}H^{24}Az^2O)^2SO^4H^2$, très soluble dans l'eau, cristallise bien dans l'alcool; en solution aqueuse, il se dépose par évaporation à l'état résineux amorphe.

L'azotate, précipité cristallin, est presque insoluble dans l'acide azotique dilué.

» L'iodhydrate, l'acétate sont très peu solubles dans l'eau froide; ils sont également cristallins.

» Le sulfate en solution acide est dextrogyre ; mais le pouvoir rotatoire de l'alcaloïde se trouve considérablement diminué, car $[\alpha]_D = +45°,5$ à 16°, au lieu de $+117°,9$, pouvoir rotatoire de l'alcaloïde en solution alcoolique.

» Les résultats des analyses élémentaires de la cinchonamine et des analyses de ses sels s'accordent bien avec la formule $C^{19}H^{24}Az^2O$, et aussi avec la formule $C^{20}H^{26}Az^2O$. Si donc on admet la formule $C^{19}H^{22}Az^2O$ pour la cinchonine, on doit admettre, pour la cinchonamine, $C^{19}H^{22}Az^2O$; car il résulte d'analyses comparatives de cinchonine que ces deux bases ne diffèrent que par 2^{at} d'hydrogène en plus dans la cinchonamine, qui, d'un autre côté, ne diffère de la quinamine de M. Hesse que par 2^{at} d'oxygène en moins. Voici les résultats de mes analyses de la cinchonamine et de ses sels :

	Calculée pour $C^{19}H^{24}Az^2O$.	Trouvé en moyenne.
Carbone	77,02	77,20
Hydrogène	8,10	8,41
Azote	9,46	9,30
Oxygène	»	»

Chloroplatinate.

	Calculée pour $2(C^{19}H^{24}Az^2OHCl)PtCl^4$.	Trouvé en moyenne.
Platine	19,70	19,45
Chlore	21,20	20,75

Chlorhydrate.

	Calculée pour $C^{19}H^{24}Az^2OHCl$.	Trouvé en moyenne.
Chlore	10,70	10,40

CHIMIE. — *Sur la dissociation du carbamate d'ammonium.* Note de MM. **R. Engel** et **A. Moitessier**, présentée par M. Wurtz.

« Nous avons démontré (*Comptes rendus*, 28 avril 1879) que, lorsque deux produits gazeux donnent par leur combinaison un composé dissociable, la combinaison n'a lieu que lorsque la somme des tensions des composants est supérieure à la tension de dissociation du composé, quelle que soit d'ailleurs la tension propre à chacun d'eux.

» Il résulte de cette loi que, si l'on met un corps dissociable en présence d'un seul des produits de sa dissociation à une tension égale ou supérieure

à la tension de dissociation à la température où l'on opère, ou en présence d'un mélange en proportions quelconques des composants, pourvu que la somme de leurs tensions soit égale à la tension de dissociation, la dissociation n'aura plus lieu.

» Nous avons vérifié cette loi sur l'hydrate de chloral, l'hydrate de butylchloral et l'alcoolate de chloral, et nous avons démontré que ces corps n'existent pas à l'état de vapeur. Leur prétendue vapeur est un mélange des composants à toutes les températures auxquelles nous avons opéré.

» Dans ces expériences, il ne nous était pas possible de suivre d'une façon continue la marche du phénomène. Nous avons pu le faire à la température ambiante sur le carbamate d'ammonium. Ce corps a été formé directement en introduisant de l'ammoniaque et de l'anhydride carbonique secs dans un tube barométrique de 2^m de longueur, communiquant par un robinet à trois voies avec un long tube manométrique. Cette disposition nous permettait de faire varier dans de larges limites la pression et le volume des gaz contenus dans la chambre barométrique.

» Nous avons constaté que le carbamate d'ammonium ne se dissocie ni se volatilise en présence de l'un des composants à la pression atmosphérique. En augmentant le volume d'une certaine quantité de ce composant, l'anhydrique carbonique, par exemple, de manière à en diminuer la tension, on voit ce volume et cette tension obéir à la loi de Mariotte, tant que la tension est supérieure à la tension de dissociation du carbamate. Aussitôt qu'elle devient inférieure, la dissociation a lieu et la tension du mélange est toujours égale à la tension de dissociation du composé.

» On a donc eu d'abord de l'anhydride carbonique pur dans le tube en présence du carbamate sans que cet anhydride fût mélangé d'ammoniaque, ce qui a été vérifié directement; puis un mélange d'anhydride carbonique et d'ammoniaque, le premier à des tensions successivement décroissantes, le second à des tensions successivement croissantes. Dans le premier cas, la tension n'est jamais supérieure à ce qu'indique la loi de Mariotte, dans le second elle n'est pas supérieure à la tension de dissociation du carbamate d'ammonium.

» La tension de dissociation de ce composé a été donnée par Naumann. Nos expériences confirment l'exactitude des nombres trouvés par ce chimiste.

» Pour obtenir une tension stationnaire, il faut attendre plusieurs heures. Quelques-unes de nos lectures ont été faites après vingt-quatre heures, quoique trois heures suffisent en général à l'obtention d'un état stable.

» Les gaz ont été introduits dans le tube à expérience par la partie supérieure, fermée à cet effet par un robinet. Nous n'avons pu éviter l'entrée d'une trace d'air contenue dans le tube capillaire qui se trouve au-dessus du robinet et le met en communication avec la source de gaz.

» L'influence de cet air est nulle, tant que l'anhydride carbonique suit la loi de Mariotte; elle s'annule aussi lorsque les volumes deviennent très grands; elle a son effet maximum au moment où la tension de l'anhydride carbonique est précisément égale à la tension de dissociation. A ce moment, l'erreur commise par nous est inférieure à 3^{mm} de mercure: elle est donc négligeable. La lecture des volumes dans nos expériences n'était possible qu'à $\frac{1}{4}$ de centimètre cube.

» Voici les résultats obtenus :

Expérience.	Volume.	Tension observée.	Tension de dissociation du carbamate.	Tension de l'anhydride carbonique.	Tension de l'ammoniaque.	Volume à 0 et à 160,1 déduit de la tension trouvée.	Température.
1...	8,5	491,7	46,8	491,7	0	5,2	16,4
2...	16,75	241,1	50,1	241,1	0	5,0	17
3...	32,6	133,1	52,9	133,1	0	5,4	17,8
4...	49	78,5	45,4	78,5	0	4,8	15,7
5...	86	49,1	46,5	49,1	0	5,2	16
6...	88	83,5	84,8	65,2	18,3	8,8	24
7...	171,75	52,5	50,8	38,0	14,5	11,6	17,2
8...	269,5	48,5	47,2	31,7	16,8	16,2	16,5
9...	323,25	48,75	51,5	30,6	18,1	19,5	17,4

M. **Debray** rappelle que M. Isambert a démontré récemment [1], d'une manière directe, que le sulfhydrate d'ammoniaque cesse de se volatiliser, à une température où sa tension est notable, dans un excès de l'un de ses composants.

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les sacs sous-cutanés et les sinus lymphatiques de la région céphalique dans la* Rana temporaria *L.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. H. Milne Edwards.

« Les sacs sous-cutanés de la *Rana temporaria* appartiennent bien au système lymphatique, ainsi que le démontrent leurs relations avec le reste de

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCII, p. 919.

ce système et avec les cœurs lymphatiques, la nature de leur contenu et la structure de l'épithélium qui les tapisse intérieurement. Dugès a énuméré vingt-deux de ces sacs, mais, en ce qui concerne la *Rana temporaria*, des modifications doivent être apportées à cette énumération et aux dénominations données par cet anatomiste. En indiquant ces changements, je vais faire connaître les relations, jusqu'ici à peu près ignorées, de ces sacs entre eux et avec les réservoirs profonds.

» Le *sac dorso-cranien* communique, en avant, par d'étroits méats, placés au devant de l'œil, avec les sinus péri-oculaires et les orbito-palatins. Latéralement des pertuis obliques, d'un très petit diamètre, traversent, audessous de la peau, la cloison qui sépare ce sac de ceux qui lui sont contigus. Enfin, en arrière, un canal oblique établit une relation entre ce même sac et les cœurs lymphatiques postérieurs.

» La *poche thoracique* et les *poches latérales* de Dugès peuvent être considérées comme ne formant qu'un seul sac qui recevrait le nom de *thoraco-latéral*, dont la *poche iliaque* du même auteur deviendrait un compartiment, à cause des larges et nombreuses perforations existant dans la cloison interposée. Le sac thoraco-latéral ainsi compris communique, en avant, par un prolongement brachial avec les espaces sous-cutanés du membre antérieur. Il est de plus en relation, en arrière, avec la grande citerne intra-abdominale et avec les sacs fémoraux.

» Le *sac gulaire* situé à la partie inférieure du plancher buccal communique, de chaque côté, par un ou plusieurs pertuis, avec un vasolymphe afférent du sinus lingual inférieur.

» Le *sac ventral*, qui occupe toute la région abdominale, ne mérite point le nom d'*abdomino-suspalmaire* que lui impose Dugès, puisqu'il s'arrête à la base des membres antérieurs. Outre ses relations déjà indiquées avec le sac thoraco-latéral, il communique, en avant, par plusieurs orifices très étroits, avec les sinus thoraciques internes, tandis que, en arrière, des pertuis situés sur la ligne blanche le mettent en rapport avec l'arcade coccygienne de la grande citerne intra-abdominale.

» Dugès n'indique que deux poches sous-cutanées pour le membre antérieur, la *poche brachiale* et le prétendu prolongement de la poche abdominale. La disposition est en réalité plus complexe. Il existe d'abord deux sacs, l'un qui s'étend à la partie antérieure du bras et palmaire de la main, l'autre qui occupe la partie postérieure du même membre et dorsale de la main.

» Ces deux sacs communiquent l'un avec l'autre, puis, à l'aide d'un pro-

longement du premier, ils sont mis en rapport avec le sac thoraco-latéral et avec les sinus thoraciques internes.

» Au lieu de cinq poches sous-cutanées admises par Dugès pour le membre postérieur, on n'en doit compter que quatre. Le *sac plantaire* et le *sac sus-plantaire*, qui s'étendent aussi sur les deux faces de la région tarsienne, communiquent l'un avec l'autre. Trois pertuis les mettent en communication avec le *sac jambier* qui, à son tour, est mis en rapport, par d'étroits canaux longeant le tendon du péronier, avec le *sac fémoral* qu'une cloison subdivise incomplètement suivant sa longueur. A l'aide d'une rigole intermusculaire recouverte d'une mince membrane perforée, chaque sac fémoral peut déverser son contenu dans le cœur lymphatique qui lui correspond. Le *sac interfémoral* de Dugès, incomplètement divisé par une cloison verticale et une horizontale, est aussi en rapport avec les cœurs lymphatiques postérieurs et en outre avec les sacs fémoraux qui leur sont contigus.

» Malgré les différences profondes qui, au premier abord, semblent exister, quant à la disposition, entre les lymphatiques superficiels d'une *Rana* et ceux d'un Poisson, il est possible de retrouver un même plan fondamental dans les deux classes. Ainsi le sac dorso-cranien correspond au système de vasolymphes qui, dans les Poissons, règne à la base des nageoires impaires de la région dorsale, y compris l'anale. Le sac thoraco-latéral représente l'ensemble du vasolymphe latéral des Poissons, tandis que le sac ventral peut être comparé au vasolymphe ventral des mêmes.

» Des orifices situés au-dessous des yeux font communiquer le sac dorso-cranien avec les sinus périoculaires. Ceux-ci forment, à la partie inférieure de l'œil dans la région palatine, deux sinus qu'on peut appeler *orbito-palatins*. Ces réservoirs se continuent en arrière, avec un sinus (*sinus basilaire*) étendu transversalement au-dessous de l'occipital et de la première vertèbre. Un ou deux orifices très étroits font, de chaque côté, communiquer le sinus basilaire avec des canaux longitudinaux, anfractueux, régnant au-dessous des quatre premières vertèbres, que je nomme *canaux thoraciques*. Ils sont en rapport avec les sinus thoraciques internes et tributaires des cœurs lymphatiques antérieurs.

» Du sinus transverse se détache, à droite et à ganche, une arcade descendante qui, après avoir contourné la commissure buccale, va former avec sa congénère un vaste sinus impair situé entre le plan du génio-hyoïdien, en dessous, et celui de l'hyo-glosse, en dessus. Ce sinus, que j'appelle *lingual inférieur*, est séparé par une cloison perforée de plusieurs orifices

d'un autre réservoir situé entre l'hyo-glosse et la muqueuse, dans le repli que forme le disque terminal de la langue en se rebattant sur la base de cet organe. Ce réservoir peut recevoir le nom de *sinus lingual supérieur*.

» Les sinus linguaux, formant des cavités qui ne communiquent avec les réservoirs voisins que par des orifices étroits, constituent par suite un système presque clos. Il m'a semblé trouver dans cette disposition une explication du mécanisme à l'aide duquel la langue, devenue turgide, est projetée hors de la bouche chez les *Rana*. Il suffit que la lymphe soit chassée brusquement du sinus lingual inférieur dans le sinus lingual supérieur et qu'elle soit du même coup refoulée dans les méats pseudo-vasculaires, qui occupent le disque terminal de la langue. La déplétion du sinus supérieur et la rentrée du liquide dans le sinus inférieur, qui accompagnent la contraction de l'hyo-glosse, ramènent la langue à l'état de repos.

» L'explication du jeu de la langue proposée par Dugès et généralement admise ne saurait être acceptée par cette raison que son protracteur, le génio-glosse, n'est pas un muscle, mais une masse de tissu fibro-élastique. Expérimentalement, la projection et la turgescence de la langue peuvent être reproduites par l'injection ou l'insufflation, directes ou indirectes, du sinus lingual supérieur. »

ZOOLOGIE. — *Sur un curieux phénomène de préfécondation, observé chez une Spionide.* Note de M. **A. Giard.**

« L'Annélide qui fait l'objet de cette Note est une Spionide, dont la synonymie assez compliquée doit être établie de la manière suivante :

» *Spio crenaticornis* Montagu; *Aonis Wagneri* Leuckart; *Colobranchus ciliatus* Keferstein ; *Uncinia ciliata* Quatrefages; *Scolecolepis vulgaris* Malmgren (*pro parte*).

» On l'a trouvée sur la côte sud d'Angleterre, à Helgoland, à Saint-Vaast-la-Hougue, etc. Elle est commune à Wimereux, dans un banc de sable meuble où elle vit en compagnie des *Magelona mirabilis*, *Echinocardium cordatum*, *Bathyporeia Robertsoni*, *Carinella linearis*, etc. Le *Spio crenaticornis* est très voisin du *Spio bombyx* Claparède, du golfe de Naples. Les quatorze premiers anneaux sétigères présentent, à la base de chaque pied, des poches renfermant un écheveau de soies chitineuses enroulées sur elles-mêmes. Ces organes, découverts par Claparède chez le *Spio bombyx* et nommés par lui *filières*, devraient être recherchés chez les autres *Spio*. Leur présence fournirait un bon caractère pour distinguer génériquement les

Spio et les *Nerine*, si fréquemment confondus. Les filières servent évidemment à protéger l'Annélide contre le sable qui la presse de toute part : des organes similaires existent chez les *Magelona*, dans la partie postérieure du corps, après le neuvième anneau.

» L'œuf mûr du *Spio crenaticornis* a la forme d'un sphéroïde fortement aplati aux deux pôles. L'équateur est orné d'une vingtaine de vésicules transparentes, disposées comme un cercle de perles à la périphérie du vitellus grisâtre. Ces vésicules sont des dépendances de la coque, qui est très épaisse et parsemée de papilles. On le démontre par l'action du picrocarmin : le vitellus se contractant, chaque vésicule sort de la masse vitelline et prend l'aspect d'une petite fiole hyaline, suspendue à la coque par un mince goulot. Des ampoules semblables existent, en nombre variable, sur les œufs de tous les Spionides que j'ai étudiés, excepté chez ceux du genre *Magelona*, qui diffère d'ailleurs à bien des égards des Spionides typiques. Avec le carmin très faible, on peut, comme l'a fait Claparède, colorer les ampoules qui se remplissent par le goulot non contracté. Il est bien évident que ces éléments ne jouent aucun rôle dans la formation du blastoderme, contrairement à ce que pensait l'illustre zoologiste. On ne peut non plus les appeler, avec lui, des *sphères protoplasmiques*. Je ne puis les comparer qu'aux éléments folliculaires de la coque des Ascidies. Leur rôle physiologique est peut-être celui de micropyles.

» La vésicule germinative est très grande : son rayon est le tiers environ du rayon équatorial de l'œuf. Ses contours sont assez mal définis sur l'œuf frais : l'emploi du picrocarminate les rend des plus nets. Le nucléole est très clair et volumineux. Sa position est rigoureusement centrale.

» Quelque temps avant la maturation de l'œuf, on voit dans la vésicule germinative, outre le nucléole, un élément cellulaire un peu plus petit que le nucléole et situé à une distance variable de ce dernier. Cet élément excentrique est lui-même pourvu d'un petit noyau très net. D'abord fort éloigné du nucléole, il s'en approche progressivement et vient s'appliquer à sa surface, où il s'aplatit et prend la forme d'une double calotte. En s'appliquant de plus en plus contre le nucléole, il perd son noyau et finit par se réduire à une double membrane qui entoure le nucléole, comme la séreuse péricardiaque entoure le cœur. Enfin sa substance se confond avec celle du nucléole, et l'œuf mûr ne présente plus aucune trace de ce phénomène singulier.

» J'ai répété maintes fois cette observation, à la fin du mois de septembre

dernier. Tout le processus est parfaitement visible sur l'œuf frais, pris à l'intérieur de l'organisme maternel et *sans l'usage d'aucun réactif*. L'objectif de Verick suffit amplement pour suivre le phénomène. L'usage du picrocarmin, en délimitant nettement la vésicule germinative, montre bien que ce n'est pas le *noyau* de l'œuf, mais son *nucléole* (tache de Wagner), qui se conjugue avec l'élément cellulaire excentrique.

» J'ignore comment cet élément pénètre dans la vésicule germinative et quelle est son origine. Je l'ai rencontré une ou deux fois hors de la vésicule germinative, dans le vitellus, où il est plus difficile de le mettre en évidence et de suivre sa marche, à cause des granulations grisâtres de la masse vitelline.

» La signification de ce phénomène de préfécondation m'échappe encore aujourd'hui. J'ai cru devoir néanmoins faire connaître ces faits, en raison de leur importance et de la facilité avec laquelle on pourra les contrôler.

» Je crois qu'il y a de grandes différences entre cette observation et les observations plus ou moins analogues publiées antérieurement par M. Balbiani. Peut-être retrouverait-on sans peine le même processus sur l'œuf ovarien de la *Sternaspis scutata*. C'est ainsi, du moins, que je crois pouvoir interpréter les aspects figurés (*Pl. VIII, fig.* 2, 11, 12 et 13) par M. Franz Vejdovsky [1], dans un excellent travail publié tout récemment. L'élément désigné sous le nom de *Buckelchen*, par le professeur de Prague, ne serait autre que la cellule migratrice, en conjugaison avec le nucléole. »

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude des Flagellates*. Note de M. J. Kunstler, présentée par M. Blanchard.

« Le *Cryptomonas ovata* Ehrbg. présente, à sa partie supérieure terminale, une cavité étroite, s'étendant de la face dorsale à la face ventrale et constituant une sorte de vestibule du tube digestif. A la limite de la face gauche et de la face antérieure du corps, se trouve une échancrure du bord de cette cavité vestibulaire, qui descend jusqu'au cinquième environ de sa longueur et dépasse ainsi le fond de celle-ci, qui est peu profonde. Les deux flagellums sont insérés au centre de cette cavité, au fond d'un tube qui proémine de son intérieur; ils présentent une *striation transversale* nette

---

[1] F. Vejdovsky, *Untersuchungen über Anatomie, Physiologie und Entwicklung von Sternaspis*. Wien, 1881.

et ils ressemblent absolument à une fibrille musculaire; j'ai observé une striation analogue chez plusieurs autres formes : par exemple, *Euglena oxyuris*, *Trachelomonas hispida*, *Phacus pleuronectes*, *Chlamydomonas pulvisculus*, *Chilomonas paramœcium*, *Astasia costata*, *Entosiphon sulcatum*. Chez le *Chlamydomonas pulvisculus*, on ne décrit que deux flagellums, mais, en réalité, il y en a quatre; chez le *Trachelomonas hispida*, l'énorme flagellum si visible est seul connu, tandis qu'à sa base se trouvent encore deux autres organes analogues non décrits, qui sont beaucoup plus courts et plus ténus. Les deux flagellums terminaux du *Cryptomonas ovata* servent exclusivement à la locomotion.

» Outre ces organes locomoteurs terminaux, il se trouve encore chez ces êtres tout un groupe de flagellums dont l'existence a été jusqu'ici totalement inconnue. Le long de chacun des deux bords de l'échancrure supérieure, il existe une série de ces appendices, presque aussi longs que les autres, mais d'une finesse et d'une transparence excessives; ils sont aussi striés. Ces organes servent exclusivement à la préhension des aliments.

» Les parois du corps sont formées par *quatre couches*, dont la plus externe seule, la cuticule, est incolore, tandis que les autres sont imbibées de chlorophylle.

» Dans la plus profonde de celles-ci, se trouvent des grains d'amidon polygonaux qui, lorsqu'ils sont bien développés, se touchent presque par leurs bords et communiquent à ces êtres un aspect réticulé. Sa face interne présente un aspect régulièrement mamelonné, et les gibbosités qu'on y remarque paraissent être l'indice d'une division réelle de la substance constitutive de cette couche en petites sphères protoplasmiques; chacune d'elles produit à son intérieur un grain d'amidon. Quelquefois certains mamelons s'allongent, s'étranglent en leur milieu et forment finalement deux nouveaux mamelons. La matière périphérique de ces sortes de sphérules protoplasmiques est beaucoup plus dense et plus résistante que celle du centre, qui paraît être absolument aqueuse, car les granulations fines qui s'y trouvent sont fréquemment animées d'un mouvement brownien, de façon que chacune d'elles présente à son intérieur une grande vacuole. Cette couche profonde des téguments est peu colorée, et son épaisseur varie considérablement suivant l'endroit du corps que l'on considère; elle manque même complètement en certains points. Les grains d'amidon qui y sont produits ont la forme de lamelles minces et polygonales; ils se divisent aussi lorsque le mamelon qui les a formés se partage.

» Les deux autres couches tégumentaires, bien moins épaisses, sont

criblées d'une multitude de vacuoles extrêmement petites, remplies d'un protoplasma aqueux, régulièrement disposées, et séparées les unes des autres simplement par de minces parties de substance plus dense. La cuticule qui forme l'enveloppe la plus externe du corps présente une structure analogue, mais les petites vacuoles sont très aplaties parallèlement à la surface du corps.

» Le tube œsophagien, que l'on a décrit chez les *Cryptomonas*, n'existe pas; mais on trouve, au contraire, chez ces êtres, un *estomac* spacieux, bien délimité, dans lequel les aliments sont digérés. Les *parois* de cet organe sont épaisses et possèdent un aspect remarquable; elles présentent partout des granulations nombreuses, serrées, disposées en une seule couche et formant des séries rectilignes régulières : ce sont des grains d'amidon. Dans certains cas où ces granules manquent, on peut voir facilement que le protoplasma constituant les parois stomacales présente lui-même une structure régulièrement vacuolaire, et qu'il ne doit pas son aspect hétérogène à la seule présence de ces granules. Au fond de l'estomac se trouve l'origine d'un tube qui est l'intestin, allant aboutir à l'anus situé à l'extrémité inférieure du corps, rapproché de la face dorsale. Contrairement à l'opinion reçue, d'après laquelle les *Cryptomonas* n'absorberaient que des aliments liquides, il se trouve fréquemment dans leur tube digestif de petits êtres dont ils se nourrissent.

» La vésicule contractile *communique avec l'extérieur par un pore* débouchant à l'intérieur du conduit qui fait saillie du fond du vestibule digestif; elle a des parois propres nettes, vacuolaires, comme celles de l'estomac; de sa partie inférieure part un canal transparent qui se perd bientôt.

» Le noyau, dont la substance possède une structure régulièrement et finement vacuolaire, comme celle des téguments, possède ordinairement un *certain nombre de nucléoles*, autour de chacun desquels la matière environnante paraît massée; ces corpuscules vésiculaires se divisent transversalement, d'une manière assez active, et fréquemment on en voit qui sont entourés d'une zone de protoplasma clair, qui font saillie à la surface du noyau pour finir par s'en détacher complètement et tomber dans une cavité spéciale; ce sont des germes dont une partie du développement a lieu dans celle-ci. Elle consiste en un tube commençant au fond du conduit vestibulaire, se dilatant bientôt en une chambre incubatrice et allant aboutir au noyau.

» Au-dessus de l'estomac, en avant et à droite du noyau, se trouve une grosse masse de protoplasma à structure finement vacuolaire, d'une

netteté remarquable, dans laquelle se trouvent répartis un certain nombre de *corpuscules* ressemblant aux nucléoles, et d'où part un tube allant aboutir au conduit vestibulaire. C'est un organe excréteur ou un appareil mâle; cette dernière hypothèse est rendue probable par ce fait qu'il existe chez ces êtres une sorte d'accouplement, dans lequel ils s'accolent deux à deux et bouche à bouche, et errent ainsi librement.

» Pour étudier le point oculiforme des Flagellates, j'ai choisi un être chez lequel cet organe se trouve ordinairement bien développé, le *Phacus pleuronectes* Dujard. Me fondant sur cette observation que, chez les individus cultivés dans une certaine obscurité, le point oculiforme n'était que très peu développé, j'ai admis *a priori* qu'une lumière intense favoriserait au contraire son développement, et j'ai fait vivre ces êtres en pleine lumière. Le résultat de cette disposition fut que j'ai obtenu des individus à point oculiforme gros, brillant et très rouge. Cet organe est constitué par une réunion de granulations rouges, irrégulièrement pyriformes, et à extrémité renflée tournée d'un même côté; le pigment qui les colore ne se trouve répandu qu'à leur superficie, tandis que leur substance interne est hyaline. Tous ces granules sont disposés côte à côte en un plan courbe; dans la concavité qu'ils forment ainsi, se trouve logé un corpuscule transparent, réfringent et lenticulaire. D'après cette structure, il me paraît que les fonctions visuelles du point oculiforme ne peuvent plus être mises en doute. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la cause de l'immunité des adultes de l'espèce bovine contre le charbon symptomatique ou bactérien, dans les localités où cette maladie est fréquente.* Note de MM. **Arloing, Cornevin** et **Thomas**, présentée par M. Bouley.

« Tous les vétérinaires ont noté qu'à l'état enzootique le charbon bactérien atteint surtout les génisses ou les bouvillons âgés de un à deux ans. Dans le Bassigny, où l'affection est malheureusement extrêmement commune, cette particularité n'a point échappé aux propriétaires; ils estiment que, passé l'âge de quatre ou cinq ans, les sujets de l'espèce bovine sont peu ou point exposés à contracter le charbon symptomatique. L'un de nous est en mesure d'affirmer que cette conviction repose sur un fait réel, car, depuis plus de quinze ans qu'il exerce la médecine vétérinaire à Dammartin (Haute-Marne), il n'a jamais vu le charbon atteindre un animal adulte, né et élevé dans le pays.

» Cette immunité est très remarquable et méritait que nous l'exami-

nassions. Serait-ce un privilège de l'âge, ou, pour parler plus scientifiquement, serait-ce un effet des modifications que l'organisme a subies, lorsqu'il est parvenu à l'état adulte? Cette hypothèse était peu vraisemblable. Effectivement ce privilège n'appartient qu'aux adultes élevés dans les localités à charbon. En Algérie, où les animaux sont conduits des plateaux au littoral méditerranéen, séjournant fort peu de temps chez divers propriétaires, le charbon bactérien fait des victimes de tout âge.

» Dans le Bassigny même, un cas de charbon s'est présenté, le 26 novembre 1878, sur une vache de six ans; mais une enquête a appris que cette bête avait été récemment importée de la ferme de Collonges, canton de Mirebeau (Côte-d'Or), où la maladie ne régnait point.

» Étant donné que l'immunité n'est acquise qu'aux adultes élevés dans les milieux infectieux, il nous paraissait logique d'abandonner la précédente hypothèse et d'assimiler cette immunité à celle que l'on peut donner artificiellement par l'inoculation d'une dose infinitésimale d'agents infectieux. Autrement dit, nous supposons que la plupart des jeunes animaux qui vivent dans un milieu infecté s'inoculent spontanément avec des doses très diverses de virus; ceux qui s'inoculent une dose forte contractent une maladie mortelle, tandis que ceux qui s'inoculent une dose minime contractent une maladie bénigne, avortée, suffisante toutefois pour leur conférer une immunité d'abord légère, mais susceptible d'être renforcée par des inoculations, si bien que, lorsqu'ils sont arrivés à l'âge adulte, après avoir traversé mille dangers, ils possèdent une immunité plus ou moins grande, proportionnelle à l'imprégnation virulente qu'ils auront éprouvée, et parfois absolue.

» Pour soumettre cette interprétation au contrôle de l'expérimentation directe, nous nous sommes procuré les animaux suivants :

» 1° Une vache âgée de dix ans, appartenant à M. Th. Cornuel, propriétaire à Avrecourt, canton de Montigny (Haute-Marne), qui en quatorze ans a perdu treize jeunes bêtes du charbon symptomatique. Cet animal est le seul survivant de tous ceux qui sont nés chez son propriétaire dans ce laps de temps.

» 2° Une vache âgée de neuf ans, née et élevée dans une étable infectée par le charbon, celle de M. Michaut, propriétaire à Meuse, canton de Montigny (Haute-Marne).

» 3° Une autre vache âgée de neuf ans, que nous allâmes chercher à 4^{km} de Gray (Haute-Saône), dans la ferme de Chamois, où le charbon symptomatique ne s'est pas montré depuis au moins dix-huit ans.

» Au mois de juillet dernier, ces trois animaux furent inoculés dans le

tissu cellulaire avec la même dose de virus extrait d'une tumeur charbonneuse. Conformément à nos prévisions, les deux adultes choisis dans les étables infectées sortirent de l'épreuve sains et saufs, tandis que la vache de Gray succomba cinquante et une heures après l'inoculation, avec tous les signes du charbon bactérien.

» En septembre, les vaches des étables infectées furent inoculées une seconde fois comparativement avec un jeune bouvillon de six mois; elles supportèrent également bien cette deuxième épreuve; au contraire, le bouvillon mourut.

» Nous croyons qu'en rapprochant le résultat de ces expériences des faits que les praticiens recueillent chaque jour, on peut conclure que l'immunité dont il est question dans cette Note se rattache à des inoculations ou vaccinations spontanées. Il n'est même pas nécessaire, on le conçoit, que les animaux parviennent jusqu'à l'âge adulte pour acquérir les conditions de résistance au fléau; les expériences faites à Chaumont et communiquées récemment à l'Académie par M. Bouley (*voir* séance du 3 octobre 1881) en ont fourni la preuve, puisque trois sujets sur douze ont inégalement résisté à l'inoculation à laquelle on les avait soumis.

» Il nous semble que notre conclusion sur la nature de la résistance des adultes à l'infection charbonneuse présente un grand intérêt au point de vue de la Médecine générale. On comprend que nous voulons parler de l'immunité relative dont jouissent un grand nombre d'individus adultes ou âgés, certains groupes d'individus journellement exposés aux causes d'infection ou mêmes certaines peuplades, au milieu de foyers épidémiques ou endémiques, immunité dont on voit tant d'exemples. »

M. **Bouley** fait observer, après cette présentation, que les influences héréditaires pourraient bien avoir une part dans le développement de cette immunité de race et de lieux que possèdent les animaux dans les localités où sévissent des épizooties. A cette occasion, il rappelle les expériences de M. Chauveau, de M. Toussaint et des expérimentateurs lyonnais sur l'immunité contre le charbon, acquise aux agneaux nés de mères réfractaires à cette maladie, et il donne communication d'un nouveau fait, du même ordre, qui vient d'être observé par M. Rossignol, de Melun, sur quelques animaux d'un troupeau soumis à l'inoculation préventive du charbon. Ce troupeau était composé, en majeure partie, de brebis sur le point d'agneler. Il s'en est suivi qu'un grand nombre de ces brebis ont fait leurs agneaux entre la première et la seconde vaccination. M. Rossignol a profité de cette

particularité pour faire l'épreuve, sur cinq agneaux qui étaient nés après la première inoculation de leurs mères, du degré d'immunité que cette vaccination avait pu leur conférer, à eux individuellement, et il leur a inoculé d'emblée le vaccin du second degré, qui est assez puissant pour faire périr la moitié des animaux qui le reçoivent sans avoir été protégés par une première vaccination. Les cinq agneaux sont sortis indemnes de cette épreuve. Ils avaient donc été vaccinés déjà dans le ventre de leurs mères, et au même degré qu'elles, par la première vaccination qu'elles avaient subie. Des faits de cet ordre se produisent spontanément dans les pays infectés par des épizooties, surtout lorsqu'elles sont permanentes, et sans doute qu'il existe un rapport, dans une certaine mesure tout au moins, entre eux et ces immunités de race que l'on observe dans ces pays.

M. Pasteur présente, au sujet de la même Communication, les observations suivantes :

« On aurait tort de croire à une loi générale, sur l'aptitude plus grande des jeunes animaux à recevoir les contagions. Cela est vrai souvent, mais il y a des exceptions. Je vais en faire connaître une assez remarquable. Les expériences doivent être encore multipliées pour la bien établir.

» Dans la séance du 25 mai 1880 de l'Académie de Médecine, j'ai annoncé que M. Alph. de Candolle avait eu l'obligeance d'appeler mon attention sur quelques pages d'un Ouvrage qu'il a publié en 1873, relatives à l'immunité dont nous jouissons aujourd'hui pour diverses maladies infectieuses, comparativement aux époques antérieures et à ce qui se passe encore de nos jours, toutes les fois, par exemple, que les Européens importent la variole dans des populations qui n'ont pas été éprouvées antérieurement par ce fléau. M. de Candolle, qui est porté à attribuer notre immunité relative à une influence d'hérédité, m'invitait à soumettre à une épreuve expérimentale les vues préconçues de son Ouvrage, en provoquant des naissances à l'aide de poules vaccinées pour le choléra des poules. J'avais eu cette idée avant de recevoir la lettre de M. de Candolle, mais son aimable invitation me détermina à tenter des essais, plus tôt peut-être que je ne l'aurais fait sans cela.

» Je fis donc couver des œufs de poules *vaccinées pour le choléra*, et j'essayai ensuite de provoquer la maladie sur les poussins, à l'aide de repas infectieux, c'est-à-dire de repas de viandes de poules mortes du choléra. Cette méthode, comme je l'ai déjà fait connaître, réussit souvent

à faire mourir les poules adultes. Les petits poussins résistèrent et l'on aurait pu croire qu'ils avaient hérité de l'immunité de leurs parents. Toutefois, avant de se prononcer sur ce point (qui est vrai peut-être, ce que je ne juge pas en ce moment), il fallait répéter la même épreuve sur des poussins de même âge, nés d'œufs de poules non vaccinées. Or, ces derniers poussins résistèrent, comme les précédents, aux repas infectieux.

» Je dois ajouter que la contagion avait lieu sur les jeunes poussins des deux sortes, quand on la pratiquait par piqûres à la peau.

» Dans les maladies humaines, on peut observer des faits de même ordre. La fièvre typhoïde, par exemple, fait bien plus de victimes chez les adolescents que chez les jeunes enfants. »

M. de Robert de Latour adresse une Note relative à un procédé de traitement de l'inflammation de la glande mammaire, chez les brebis mères, au moyen du collodion.

M. Larrey présente à l'Académie, de la part de M. *Muir*, Directeur général du service médical de l'armée anglaise, le XX[e] Volume des « Rapports officiels publiés en 1880 pour l'année 1879 ».

« Ce Volume, dit M. Larrey, comprend la statistique de l'état sanitaire des troupes dans toutes les possessions anglaises, énumérées successivement, et à chacune d'elles se rattachent plus ou moins les questions suivantes : la santé, la maladie et la mortalité; les admissions et les maladies dans les différentes circonscriptions militaires; la prédominance des affections syphilitiques, le tableau des maladies contagieuses, la vaccination, les influences de l'âge sur la mortalité; les conditions diverses du recrutement de l'armée, etc.

» Un *Appendice* au *Rapport* forme le tiers du Volume et se compose de plusieurs travaux importants d'Hygiène, de Médecine et de Chirurgie, avec quelques planches et de nombreux relevés statistiques. »

M. Larrey, en présentant à l'Académie le Mémoire de MM. *de Pietra Santa* et *Max de Nansouty*, intitulé : « La Crémation », croit devoir rappeler et maintenir les réserves expresses qu'il a faites autrefois lorsqu'il fut consulté officiellement à ce sujet, comme médecin en chef de l'armée, pendant le siège de Paris.

La séance est levée à 4 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 OCTOBRE 1881.

Ministère des Affaires étrangères. Conférence monétaire internationale, avril-juillet 1881. *Procès-verbaux.* Paris, Impr. nationale, 1881; 2 vol. in-f°.

Bibliothèque de l'Ecole des Hautes Etudes, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Section des Sciences naturelles; t. XXIII. Paris, G. Masson, 1881; in-8°.

Sur quelques desiderata de l'Astronomie; par M. ANT. D'ABBADIE. Bruxelles, impr. F. Hayez, 1881; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles.*)

Bulletin de la Société des amis des Sciences naturelles de Rouen; 2e série, 1er semestre 1881. Rouen, impr. L. Deshays, 1881; in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents. 1881, septembre. Paris, Dunod, 1881; in-8°.

Annales de l'Université de Bruxelles. Faculté de Médecine; t. II, 1881. Bruxelles, H. Manceaux, 1881; in-8°.

Faune du calcaire carbonifère de la Belgique; par L.-G. DE KONINCK. t. II, 3e Partie, texte et planches. Bruxelles, F. Hayez, 1881; 2 livr. in-f°. (Présenté par M. Daubrée.)

Traité de Géologie; par A. DE LAPPARENT; fascicules I et II. Paris, F. Savy, 1881; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

La crémation; par le Dr P. DE PIETRA SANTA et M. DE NANSOUTY. Paris, au journal *le Génie civil,* 1881; br. in-8°.

Rendement des machines locomotives. Résistance des trains de voyageurs. Note sur une première série d'expériences entreprises par la Compagnie des chemins de fer de l'Est à l'aide de son wagon dynamomètre complété par les appareils électro-manométriques; par M. L. REGRAY. Paris, Dunod, 1881; in-4°.

De l'âge et de l'origine de la variole dans le monde; par le Dr FALIU. Paris, J.-B. Baillière, 1882; br. in-8°.

Camera dei deputati. Atti della Commissione d'inchiesta sull' esercizio delle ferrovie italiane; Part. I, II, III. Roma, tipogr. Botta, 1881; 7 vol. in-4°.

Testamento inedito di Nicolo Tartaglia, pubblicato da B. BONCOMPAGNI. Milano, U. Hoepli, 1881; br. in-8°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI. Tomo XIII, dicembre 1880. Roma, 1880; in-4°.

Principien einer elektrodynamischen Theorie der Materie, von J.-C.-F. ZÖLLNER; erster Band, 1 Buch. : *Abhandlungen zur atomistischen Theorie der Electrodynamik,* von WILHELM WEBER. Leipzig, W. Engelmann, 1876; in-4° relié.

Abhandlungen der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen; t. XXVII, Göttingen, 1881; in-4°.

Nova Acta Academiæ cæsareæ Leopoldino-Carolinæ germanicæ naturæ Curiosorum; t. XLI, 1re et 2e Parties. Halis Saxonum, 1879-1880; 2 vol. in-4°.

Army medical department Report for the year 1878; vol. XX. London, George E. Eyre and W. Spottiswoode, 1880; in-8°.

Catalogue of 1098 standard clock and zodiacal stars, prepared under the direction of S. NEWCOMB. Sans lieu ni date; in-4°.

On the tidal friction of a planet attended by several satellites, and on the evolution of the solar system; by G.-H. DARWIN. Sans lieu ni date; in-4°. (From the *Philosophical transactions of the royal Society.*)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 OCTOBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Détonation de l'acétylène, du cyanogène et des combinaisons endothermiques en général;* par M. BERTHELOT.

« 1. L'acétylène, le cyanogène, le bioxyde d'azote sont formés avec absorption de chaleur depuis leurs éléments : j'ai trouvé, en effet, que cette absorption s'élève à -61100^{cal} [1] pour l'acétylène ($C^4H^2 = 26^{gr}$); à -74500^{cal} pour le cyanogène ($C^4Az^2 = 52^{gr}$); à 21600^{cal} pour le bioxyde d'azote ($AzO^2 = 30^{gr}$). Si l'on réussit à décomposer brusquement ces gaz en leurs éléments, une telle quantité de chaleur, reproduite en sens inverse, élèvera la température de ces derniers vers 3000° pour l'acétylène et le bioxyde d'azote, vers 4000° pour le cyanogène, d'après un calcul fondé sur les chaleurs spécifiques connues des éléments. Les résultats de ce calcul sont d'ailleurs plus vraisemblables dans le cas présent, où il s'agit d'une décomposition élémentaire, que dans les combustions de l'hydrogène ou

(1) Ce chiffre se rapporte au carbone dans l'état de diamant. Pour le carbone amorphe, on aurait 3000^{cal} de moins. Même observation pour le cyanogène.

de l'oxyde de carbone, limitées dans leur progrès par la dissociation des corps composés.

» Cependant il n'a pas été possible jusqu'ici de déterminer l'explosion de l'acétylène, du cyanogène ou du bioxyde d'azote. Tandis que le gaz hypochloreux détone sous l'influence d'un léger échauffement, du contact d'une flamme, ou d'une étincelle, malgré la grandeur bien moindre de la chaleur dégagée : $+15200^{cal}$ (pour $Cl^2O^2 = 87^{gr}$), chaleur susceptible de porter les éléments de ce gaz à 1250° seulement; au contraire, l'acétylène, le cyanogène, le bioxyde d'azote ne détonent, ni par simple échauffement, ni par le contact d'une flamme, ni sous l'influence de l'étincelle électrique. Cette résistance s'étend même aux mélanges du bioxyde d'azote avec certains gaz combustibles, tels que l'hydrogène ou l'oxyde de carbone, la chaleur dégagée dans ce cas étant plus que doublée et surpassant beaucoup celle que produirait l'oxygène libre. Mais je reviendrai sur les combustions produites par le bioxyde d'azote.

» 2. La diversité qui existe entre le mode de destruction des combinaisons endothermiques est due à la nécessité d'une sorte de mise en train et de ce travail préliminaire, dont j'ai examiné ailleurs [1] les caractères et la généralité dans la production des réactions chimiques. Or ce travail ne paraît pas résider dans un simple échauffement, lent et progressif. En effet, l'acétylène, le cyanogène, le bioxyde d'azote ne détonent jamais, à quelque température qu'ils soient portés dans nos expériences. Ce n'est pas qu'ils soient très stables : ils se décomposent, en effet, souvent dès le rouge sombre, avec formation de polymères (benzine par l'acétylène), ou bien avec répartition nouvelle de leurs éléments (protoxyde d'azote et gaz hypoazotique par le bioxyde d'azote, d'après mes expériences), mais sans faire explosion, malgré le très grand dégagement de chaleur qui accompagne ces métamorphoses. Ils ne détonent pas davantage, ce qui est plus singulier, sous l'influence des étincelles électriques, malgré la température excessive et subite développée par celles-ci. Le carbone se précipite aussitôt sur leur trajet, au sein de l'acétylène ou du cyanogène, en même temps que l'hydrogène et l'azote deviennent libres; l'azote et l'oxygène du bioxyde d'azote se séparent de même. A la vérité, l'oxygène de ce dernier gaz s'unit à mesure avec l'excès du bioxyde environnant pour engendrer le gaz hypoazotique; une partie de l'hydrogène et du carbone mis en liberté aux dépens de l'acétylène se recombinent de même, sous l'influence de l'élec-

---

(1) *Essai sur la Mécanique chimique*, t. II, p. 6.

tricité, pour reconstituer ce carbure d'hydrogène, le tout formant un système en équilibre. On pourrait attribuer à ces circonstances l'absence de propagation de la décomposition; mais cette explication ne vaut pas pour le cyanogène, qui se décompose entièrement [1], sans réversion possible.

» Elle ne vaut pas davantage pour l'hydrogène arsénié, gaz décomposable avec dégagement de 36700^{cal} ($AzH^3 = 78^{gr}$), d'après M. Ogier. Ce dernier gaz est si peu stable, qu'il se détruit incessamment à la température ordinaire, lorsqu'on le conserve dans des tubes de verre scellés. On sait avec quelle facilité la chaleur le décompose jusqu'à sa dernière trace dans l'appareil de Marsh. Une série d'étincelles électriques le détruit également, et d'une façon complète. Cependant l'hydrogène arsénié ne détone, comme je l'ai vérifié, ni sous l'influence de l'échauffement progressif, ni sous l'influence des étincelles électriques.

» 3. Ainsi, pour les combinaisons endothermiques que je viens d'énumérer, il existe quelque condition, liée à leur constitution moléculaire, qui empêche la propagation de l'action chimique sous l'influence du simple échauffement progressif, ou de l'étincelle électrique.

» On sait que l'étude des matières explosives présente des circonstances analogues. L'inflammation simple de la dynamite, par exemple, ne suffirait pas pour en provoquer la détonation. Au contraire, M. Nobel a montré que celle-ci est produite sous l'influence de détonateurs spéciaux, tels que le fulminate de mercure, susceptibles de produire un choc très violent. J'ai donné ailleurs la théorie thermodynamique de ces effets, qui semblent dus à la formation d'une véritable onde explosive, tout à fait distincte des ondes sonores proprement dites, parce qu'elle résulte d'un certain cycle d'actions mécaniques, calorifiques et chimiques, lesquelles se reproduisent de proche en proche, en se transformant les unes dans les autres : c'est ce que confirment les expériences que je poursuis en ce moment avec M. Vieille sur les mélanges d'hydrogène et d'oxygène. Nous avons montré également que la prépondérance du fulminate de mercure, comme détonateur, ne s'explique pas seulement par la vitesse de décomposition de ce corps, mais surtout par l'énormité des pressions qu'il développe en détonant dans son propre volume; pressions très supérieures à celles de tous les corps connus, et qui peuvent être évaluées à 40000^{kg} par centimètre carré, d'après les données de nos essais.

---

[1] Je dis entièrement, à moins qu'il ne renferme quelque trace d'un corps hydrogéné, susceptible de fournir de l'acide cyanhydrique, lequel, au contraire, donne lieu à des équilibres.

» J'ai été ainsi conduit à tenter de faire détoner l'acétylène, le cyanogène, l'hydrogène arsénié, sous l'influence du fulminate de mercure, et mes expériences ont complètement réussi. En voici le détail :

» 4. *Acétylène.* — Dans une éprouvette de verre à parois très épaisses, on introduit un certain volume d'acétylène, 20^{cc} à 25^{cc} par exemple. Au centre de la masse gazeuse, on place une cartouche minuscule, contenant une petite quantité de fulminate ($0^{gr},1$ environ), et traversée par un fil métallique très fin, que peut faire rougir un courant électrique. Le tout est supporté par un tube de verre capillaire en forme de siphon renversé, fixé lui-même dans un bouchon qui ferme l'éprouvette. On fait passer le courant : le fulminate éclate, et il se produit une violente explosion et une grande flamme dans l'éprouvette. Après refroidissement, celle-ci se trouve remplie de carbone noir et très divisé; l'acétylène a disparu, et l'on obtient de l'hydrogène libre [1]. L'acétylène est ainsi décomposé en ses éléments purement et simplement :

$$C^4H^2 = C^4 + H^2.$$

A peine si l'on retrouve une trace insensible du gaz primitif, un centième de centimètre cube environ; trace attribuable sans doute à quelque portion non atteinte par l'explosion.

» La réaction est si rapide que la petite cartouche de papier mince qui enveloppait le fulminate se retrouve ensuite déchirée, mais non brûlée, même dans ses fibres les plus capillaires : ce qui s'explique, si l'on observe que la durée pendant laquelle le papier aurait séjourné dans le milieu détonant serait de l'ordre de $\frac{1}{30000000}$ de seconde, d'après l'épaisseur du papier et les données connues relatives à la vitesse de cet ordre de décomposition.

» Le carbone mis à nu dans cette décomposition affecte le même état que celui que l'on obtient dans un tube rouge de feu : c'est du carbone amorphe, et non du graphite ; il se dissout à peu près en totalité, lorsqu'on le traite à plusieurs reprises par un mélange d'acide azotique fumant et de chlorate de potasse. Cependant il fournit ainsi une trace d'oxyde graphitique, ce qui prouve qu'il contient une trace de graphite, produit sans doute par la transformation du carbone amorphe sous l'influence de la température excessive qu'il a subie : j'ai montré en effet que le carbone

---

(1) Mélangé avec l'azote et l'oxyde de carbone qui proviennent du fulminate, et qui se sont formés d'une façon indépendante.

amorphe, échauffé vers 2500° par le gaz tonnant, commence à se changer en graphite, et que le noir de fumée, précipité par la combustion incomplète des hydrocarbures, en contient aussi une trace [1].

» 5. *Cyanogène.* — La même expérience, exécutée avec le cyanogène, réussit également. Le cyanogène détone sous l'influence du fulminate et il se résout en ses éléments :

$$C^4Az^2 = C^4 + Az^2.$$

Il se produit ainsi de l'azote libre, et du carbone amorphe et très divisé, semblable à celui que l'on obtient par l'étincelle électrique. Ce carbone tache le papier à la façon de la plombagine; cependant ce n'est point du graphite véritable, car il se dissout presque entièrement sous l'influence de traitements réitérés par un mélange d'acide azotique fumant et de chlorate de potasse. Une trace d'oxyde graphitique, demeurée comme résidu, atteste néanmoins l'existence d'une trace de graphite, comme avec l'acétylène.

» Cette expérience ne réussit pas toujours : il est arrivé que l'éclatement du fulminate a eu lieu, sans que le carbone du cyanogène se soit précipité.

» L'azotate de diazobenzol, avec lequel j'ai opéré également au lieu du fulminate, s'est décomposé sans provoquer la détonation du cyanogène. Le mode de décomposition même de l'azotate de diazobenzol a été différent dans ces conditions, où le détonateur se détruit à une faible pression, de sa décomposition dans la bombe calorimétrique, sous une forte pression, telle que nous l'avons observée avec M. Vieille [2]. Au lieu d'obtenir tout l'oxygène du composé à l'état d'oxyde de carbone, en même temps que de l'azote libre et un charbon azoté, très poreux et très dense, j'ai observé cette fois, à côté de l'azote, un quart seulement du volume de l'oxyde de carbone théorique, du phénol et une matière goudronneuse.

» 6. *Bioxyde d'azote.* — Le bioxyde d'azote détone sous l'influence du fulminate de mercure; mais le phénomène est plus compliqué qu'avec les gaz précédents, l'oxyde de carbone produit par le fulminate brûlant aux dépens de l'oxygène du bioxyde d'azote, pour former de l'acide carbonique. Cette combustion paraît avoir lieu aux dépens de l'oxygène libre, et non du gaz hypoazotique formé transitoirement; en effet, le mercure n'est pas at-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIX, p. 418. L'arc voltaïque produit une transformation plus complète; mais alors les effets de la chaleur se compliquent de ceux de l'électricité; p. 419.

(2) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1074.

taqué, contrairement à ce qui arrive toujours lorsque ce gaz apparaît un moment.

» On aurait donc

$$AzO^2 = Az + O^2,$$
$$C^2O^2 + O^2 = C^2O^4.$$

La combustion même de l'oxyde de carbone est caractéristique; car le bioxyde d'azote mêlé d'oxyde de carbone ne détone, ni par l'inflammation simple, ni par l'étincelle électrique.

» 7. *Hydrogène arsénié.* — L'hydrogène arsénié a détoné sous l'influence du fulminate, et il s'est résolu entièrement en ses éléments, arsenic et hydrogène :

$$AsH^3 = As + H^3.$$

» 8. Je rappellerai ici mon expérience sur la décomposition brusque du protoxyde d'azote en azote et oxygène; cette décomposition, qui dégage $+ 20300^{cal}$ ($Az^2O^2 = 44^{gr}$), peut être provoquée par la compression subite de 50^{cc} de ce gaz, réduits à $\frac{1}{500}$ de leur volume par la chute d'un mouton pesant 500^{kg} (1). Au contraire, le protoxyde d'azote ne se décompose que peu à peu, sous l'influence d'un échauffement progressif, ou des étincelles électriques.

» 9. Toutes ces expériences sont relatives à des gaz. Mais les combinaisons endothermiques solides ou liquides offrent la même diversité. Tandis que le chlorure et l'iodure d'azote détonent sous l'influence d'un léger échauffement ou d'une légère friction, le sulfure d'azote a besoin d'être échauffé vers 207°, ou choqué violemment pour détoner et se résoudre en éléments; il dégage alors $+ 32200^{cal}$ ($AzS^2 = 46^{gr}$), d'après les expériences que j'ai faites avec M. Vieille (2). Le chlorate de potasse lui-même, qui dégage $+ 11000^{cal}$ ($ClO^6K = 122^{gr},6$) en se décomposant en oxygène et chlorure de potassium, peut éprouver cette décomposition dès la température ordinaire, si on le frappe fortement avec un marteau sur une enclume, après l'avoir enveloppé dans une mince feuille de platine. J'ai trouvé, en effet, qu'il se forme par là une dose sensible de chlorure. Le chlorate pur, à l'état de fusion, détone bien plus facilement, et parfois de lui-même, si l'échauffement est tròp brusque : cette détonation a occasionné plus d'un accident dans les laboratoires. Je citerai encore le celluloïde (variété de coton

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 145.
(2) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1307.

azotique mêlé avec diverses matières). A la température ordinaire, c'est une substance assez stable : cependant j'ai observé, il y a déjà quelque temps, que ce corps détone, lorsqu'il a été amené à la température de son ramollissement, et soumis, dans cet état, au choc du marteau sur l'enclume. En général, les composés et les mélanges explosifs deviennent de plus en plus sensibles aux chocs, à mesure qu'ils approchent de la température de leur décomposition commençante. Mais je ne veux pas m'étendre davantage sur les faits relatifs aux corps solides.

» 10. En résumé, les gaz formés avec absorption de chaleur, tels que l'acétylène, le cyanogène, l'hydrogène arsénié, lesquels ne détonent pas par simple échauffement, peuvent être amenés à faire explosion sous l'influence d'un choc subit et très violent, tel que celui qui résulte de l'éclatement du fulminate de mercure. Ce choc ne porte à la vérité que sur une certaine couche de molécules gazeuses, auxquelles il communique une force vive énorme. Sous ce choc, l'édifice moléculaire perd la stabilité relative qu'il devait à une structure spéciale; ses liaisons intérieures étant rompues, il s'écroule et la force vive initiale s'accroît à l'instant de toute celle qui répond à la chaleur de décomposition du gaz. De là résulte un nouveau choc, produit sur la couche voisine, qui en provoque de même la décomposition; les actions se coordonnent, se reproduisent et se propagent de proche en proche, avec des caractères pareils et dans un intervalle de temps extrêmement court, jusqu'à la destruction totale du système.

» Ce sont là des phénomènes qui mettent en évidence les relations thermodynamiques directes existant entre les actions chimiques et les actions mécaniques. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur une détermination générale de la tension et du volume des vapeurs saturées.* Note de M. **R. Clausius**.

« Il est bien connu que, en comprimant un gaz de plus en plus, on arrive à un point où le gaz commence à se condenser, et que, pendant la condensation, le volume diminue sans que la pression augmente. Mais, à côté de ce procédé réel, M. James Thomson a imaginé un procédé qui n'est que théorique, parce qu'il contient des cas d'équilibre instable qui ne peuvent persister en réalité. Ce procédé est une compression dans laquelle la substance reste toujours homogène et la pression change continuellement, mais de manières différentes, en ce que, dans un certain intervalle de la

compression, il n'y a pas une augmentation, mais au contraire une diminution de pression.

» En comparant le procédé réel à ce procédé théorique, on peut déterminer la pression à laquelle, dans le premier, la condensation a lieu par cette condition, que le travail extérieur doit être le même dans le procédé réel que dans le procédé théorique.

» Quant à l'équation qui détermine la pression en fonction de volume et de température, dans le procédé théorique, je lui ai donné une forme un peu différente de celle posée par M. Van der Waals, à savoir

$$(1) \qquad \frac{p}{RT} = \frac{1}{v-\alpha} - \frac{1}{\Theta(v+\beta)^2},$$

où p désigne la pression, v le volume et T la température absolue, c'est-à-dire la somme $273 + t$, si t est la température comptée à partir du zéro ordinaire. R, α et β sont des constantes, et Θ représente une fonction de température, qui figure dans mon équation déjà publiée pour l'acide carbonique sous une forme spéciale très simple, mais que nous laisserons ici provisoirement indéterminée.

» Cette équation générale (1) peut être appliquée spécialement à ces deux volumes auxquels, dans le procédé réel pour une température donnée, la condensation commence et finit, et par là on obtient, en désignant la tension de la vapeur saturée par P et son volume par s, et le volume du liquide sous la même pression et à la même température par σ, les deux équations suivantes :

$$(2) \qquad \frac{P}{RT} = \frac{1}{\sigma-\alpha} - \frac{1}{\Phi(\sigma+\beta)^2},$$

$$(3) \qquad \frac{P}{RT} = \frac{1}{s-\alpha} - \frac{1}{\Theta(s+\beta)^2}.$$

» De plus on peut, pour exprimer la condition mentionnée plus haut, que le travail extérieur doit être le même dans le procédé réel que dans le procédé théorique, former l'équation

$$P(s-\sigma) = \int_\sigma^s p\,dv;$$

en y remplaçant p par son expression tirée de l'équation (1) et effectuant alors l'intégration, on arrive à l'équation suivante

$$(4) \qquad \frac{P}{RT}(s-\sigma) = \log\frac{s-\alpha}{\sigma-\alpha} - \frac{1}{\Theta}\left(\frac{1}{\sigma+\beta} - \frac{1}{s+\beta}\right).$$

» Pour donner aux trois équations (2), (3) et (4) des formes encore plus simples, nous introduirons quelques notations abrégées, à savoir

$$(5)\qquad \begin{cases} \Pi = \dfrac{P}{RT}, & \gamma = \alpha + \beta; \\ w = \sigma - \alpha, & W = s - \alpha. \end{cases}$$

» Alors les équations s'écrivent

$$(6)\qquad \Pi = \frac{1}{w} - \frac{1}{\Theta(w+\gamma)^2},$$

$$(7)\qquad \Pi = \frac{1}{W} - \frac{1}{\Theta(W+\gamma)^2},$$

$$(8)\qquad \Pi(W - \omega) = \log\frac{W}{w} - \frac{1}{\Theta}\left(\frac{1}{w+\gamma} - \frac{1}{W+\gamma}\right).$$

» Au moyen de ces trois équations, on peut, pour chaque valeur donnée de Θ, calculer les valeurs correspondantes de Π, W et w. Mais ce calcul est trop long pour être effectué dans chaque cas particulier, et pour cette raison il m'a paru utile de calculer une Table qui donne immédiatement ou par une simple interpolation les valeurs cherchées.

» Les valeurs spéciales que les quantités Θ, Π, W et w ont dans l'état *critique* de la substance, et que nous désignerons par Θ_c, Π_c, W_c et w_c, s'expriment comme il suit :

$$\Theta_c = \frac{8}{27\gamma}, \quad \Pi_c = \frac{1}{8\gamma}, \quad W_c = 2\gamma, \quad w_c = 2\gamma.$$

» On peut donc les considérer comme directement déterminées par la constante γ et former les fractions $\frac{\Theta}{\Theta_c}$, $\frac{\Pi}{\Pi_c}$, $\frac{W}{W_c}$ et $\frac{w}{w_c}$, et c'est pour ces fractions que la Table est calculée. Elle contient, pour des valeurs graduellement croissantes de la première fraction, les valeurs correspondantes des trois autres.

$\frac{\Theta}{\Theta_c}$.	$\frac{\Pi}{\Pi_c}$.	Δ.	$\frac{W}{W_c}$.	Δ.	$\frac{w}{w_c}$.	Δ.
0,20	0,0000059		672780		0,033767	
		67		355440		1947
0,21	0,0000126		317340		0,035714	
		123		156660		1978
0,22	0,0000249		160680		0,037692	
		213		74175		2008
0,23	0,0000462		86505		0,039700	
		352		37365		2040
0,24	0,0000814		49140		0,041740	
		553		19877		2072
0,25	0,0001367		29263		0,043812	
		834		11097		2106
0,26	0,0002201		18166		0,045918	
		1215		6464		2141
0,27	0,0003416		11702		0,048059	

$\frac{\Theta}{\Theta_c}$.	$\frac{\Pi}{\Pi_c}$.	Δ.	$\frac{W}{W_c}$.	Δ.	$\frac{w}{w_c}$	Δ
0,27	0,0003416	1715	11702	3912,3	0,048059	2176
0,28	0,0005131	2352	7789,7	2449,8	0,050235	2213
0,29	0,0007483	3144	5339,9	1581,6	0,052448	2253
0,30	0,0016027	4111	3758,3	1049,7	0,054701	2290
0,31	0,0014738	5264	2708,6	714,0	0,056991	2330
0,32	0,0020002	6619	1994,6	497,2	0,059321	2374
0,33	0,0026621	8187	1497,4	353,2	0,061695	2418
0,34	0,0034808	9972	1144,2	255,79	0,064113	2462
0,35	0,0044780	11983	888,41	188,44	0,066575	2508
0,36	0,0056763	14224	699,97	141,07	0,069083	2555
0,37	0,0070987	16693	558,90	107,17	0,071638	2607
0,38	0,0087680	19380	451,73	82,49	0,074245	2658
0,39	0,010706	2230	369,24	64,30	0,076903	2709
0,40	0,012936	2543	304,94	50,69	0,079612	2767
0,41	0,015479	2877	254,25	40,41	0,082379	2822
0,42	0,018356	3233	213,84	32,54	0,085201	2883
0,43	0,021589	3604	181,30	26,43	0,088084	2944
0,44	0,025193	3994	154,87	21,65	0,091028	3009
0,45	0,029187	4402	133,22	17,88	0,094037	3075
0,46	0,033589	4824	115,34	14,89	0,097112	3148
0,47	0,038413	5267	100,45	12,497	0,10026	321
0,48	0,043680	5718	87,953	10,532	0,10347	329
0,49	0,049398	6179	77,421	8,945	0,10676	337
0,50	0,055577	6655	68,476	7,640	0,11013	345
0,51	0,062232	7140	60,836	6,561	0,11358	354
0,52	0,069372	7632	54,275	5,663	0,11712	365
0,53	0,077004	8135	48,612	4,914	0,12074	371
0,54	0,085139	8644	43,698	4,284	0,12445	381
0,55	0,093783	9157	39,414	3,750	0,12826	391
0,56	0,10294	967	35,664	3,295	0,13217	402
0,57	0,11261	1020	32,369	2,909	0,13619	412
0,58	0,12281	1072	29,460	2,576	0,14031	422
0,59	0,13353	1125	26,884	2,289	0,14456	437
0,60	0,14478	1179	24,595	2,046	0,14893	447
0,61	0,15657	1230	22,549	1,829	0,15340	463
0,62	0,16887	1284	20,720	1,642	0,15803	476
0,63	0,18171	1337	19,078	1,478	0,16279	491
0,64	0,19508	1391	17,600	1,335	0,16770	507
0,65	0,20899	1444	16,265	1,209	0,17277	524
0,66	0,22343	1494	15,056	1,098	0,17801	540
0,67	0,23837	1548	13,958	0,998	0,18341	560
0,68	0,25385	1600	12,960	0,911	0,18901	578
0,69	0,26985		12,049		0,19479	

$\frac{\Theta}{\Theta_c}$.	$\frac{\Pi}{\Pi_c}$.	Δ.	$\frac{W}{W_c}$.	Δ.	$\frac{w}{w_c}$.	Δ.
0,69	0,26985	1652	12,049	0,832	0,19479	600
0,70	0,28637	1703	11,217	0,753	0,20079	623
0,71	0,30340	1754	10,454	0,7007	0,20702	645
0,72	0,32094	1806	9,7533	0,6447	0,21347	672
0,73	0,33900	1855	9,1086	0,5946	0,22019	698
0,74	0,35755	1906	8,5140	0,5494	7,22717	728
0,75	0,37661	1956	7,9646	0,5085	0,23445	759
0,76	0,39617	2004	7,4561	0,4717	0,24204	793
0,77	0,41621	2051	6,9844	0,4377	0,24997	830
0,78	0,43672	2100	6,5467	0,4078	0,25827	870
0,79	0,45772	2147	6,1389	0,3801	0,26697	915
0,80	0,47919	2196	5,7588	0,3554	0,27612	961
0,81	0,50115	2242	5,4034	0,3323	0,28573	1014
0,82	0,52357	2285	5,0711	0,311	0,29587	1072
0,83	0,54642	2333	4,7596	0,2927	0,30659	1138
0,84	0,56975	2377	4,4669	0,2755	0,31797	1207
0,85	0,59352	2422	4,1914	0,2597	0,33004	1289
0,86	0,61774	2463	3,9317	0,2452	0,34293	1382
0,87	0,64237	2508	3,6865	0,2324	0,35675	1485
0,88	0,66745	2552	3,4541	0,2208	0,37160	1604
0,89	0,69297	2592	3,2333	0,2102	0,38764	1744
0,90	0,71899	2634	3,0231	0,2005	0,40508	1914
0,91	0,74523	2677	2,8226	0,1926	0,42422	2106
0,92	0,77200	2713	2,6300	0,1850	0,44528	2360
0,93	5,79913	2755	2,4450	0,1793	o.46888	2664
0,94	0,82668	2793	2,2657	0,1751	0,49552	3066
0,95	0,85461	2833	2,0906	0,1730	0,52618	3607
0,96	0,88294	2870	1,9176	0,1740	0,56225	4394
0,97	0,91164	2909	1,7436	0,1801	0,60619	5684
0,98	0,94073	2945	1,5635	0,2008	0,66303	8239
0,99	0,97018	2982	1,3627	0,3627	0,74542	25458
1	1		1		1	

» Pour faire des applications de cette Table, il faut connaître la fraction $\frac{\Theta}{\Theta_c}$ en fonction de température, et mes recherches m'ont conduit à l'équation suivante :

$$\frac{\Theta_c}{\Theta} = \frac{a}{T^n} - b, \tag{9}$$

dans laquelle a, b et n ont des valeurs différentes pour des substances diverses.

» La détermination de ces constantes et de la constante γ est assez fa-

cile à faire pour des substances qui sont déjà observées dans l'état critique, comme l'acide carbonique, l'éther, etc. ; après cette détermination, la Table donne, dans tout l'intervalle de température dans lequel il y a des vapeurs saturées, des tensions de vapeur concordant bien avec les expériences. Mais, pour les substances qui n'ont pas encore été observées dans l'état critique, la détermination des constantes présente d'autant plus de difficultés que les températures auxquelles on connaît les tensions de vapeur sont plus éloignées de la température critique.

» Entre ces substances, nous choisirons comme exemple l'eau. En employant la grande série des tensions de vapeurs observées par Regnault, j'ai trouvé pour l'eau les nombres suivants comme valeurs des constantes :

$$a = 5210, \quad b = 0,85, \quad n = 1,24.$$

» Au moyen de ces valeurs et en supposant, pour la température de 100°, la tension de 1^{atm}, nous obtenons de notre Table, pour une série de températures qui correspondent aux valeurs 0,30; 0,35; 0,40; ...; 0,65 de la fraction $\frac{\Theta}{\Theta_c}$, les tensions suivantes, exprimées en atmosphères, auxquelles j'ai ajouté, pour la comparaison, les valeurs observées par Regnault, et les différences entre les valeurs calculées et observées :

	t.			
	40°,49.	72°,58.	102°.	129°,12.
P calculé.........	0,07374	0,34252	1,0737	2,5976
P observé........	0,07418	0,34274	1,0737	2,6018
Δ..............	0,00044	0,00022	»	0,0042

	t.			
	154°,21.	177°,53.	199°,28.	219°,63.
P calculé.........	5,2551	9,3517	15,134	22,787
P observé........	5,2698	9,3787	15,151	22,723
Δ..............	0,0147	0,0270	0,017	−0,064

» On voit que, dans tout l'intervalle de température depuis 40° jusqu'à 220°, l'accord entre les valeurs calculées et observées est très satisfaisant, et cela fait croire que les tensions que l'on déduit de la Table, pour des températures encore plus élevées, sont de même assez approchées de la vérité. Quant à l'état critique de l'eau, on obtient comme température critique 332°,32 et comme pression correspondante 134^{atm}.

» A côté des tensions, notre Table donne encore, après la détermination de la constante α, les volumes de la vapeur et du liquide soumis à la même

pression, pour toutes les températures jusqu'à la température critique. On doit seulement en excepter les températures voisines du point de la congélation, parce que, dans la congélation, de nouvelles forces interviennent qui ne sont pas prises en considération dans notre calcul. »

MÉMOIRES LUS.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un appareil permettant de déterminer, sans douleur pour le patient, la position d'un projectile de plomb ou d'autre métal dans le corps humain*. Note de M. AL. GRAHAM BELL, lue par M. Antoine Breguet ([1]).

« L'instrument que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour objet la recherche de l'emplacement exact occupé par des balles de plomb, des éclats d'obus ou des substances métalliques dans le corps de personnes blessées par une arme à feu, et peut se considérer comme une forme de la balance d'induction bien connue du professeur Hughes.

» Cet explorateur permet de déterminer cette position avec une précision la plupart du temps très grande, et cela sans aucune douleur pour le patient, ce qui n'est pas le cas lorsqu'on se sert de sondes métalliques qui doivent être amenées en contact direct avec le projectile.

» L'instrument se compose essentiellement (*fig.* 1) d'un système de deux bobines plates A et B, parallèles et superposées en partie l'une à l'autre, de manière que le bord de chacune d'elles passe auprès de l'axe de l'autre. L'une de ces bobines est faite de fil gros, c'est le circuit primaire; l'autre de fil fin, c'est le circuit secondaire. L'ensemble des bobines est noyé dans une masse de paraffine et placé à l'intérieur d'une planchette en bois, munie d'une poignée. Un courant vibratoire, provenant d'une pile, tra-

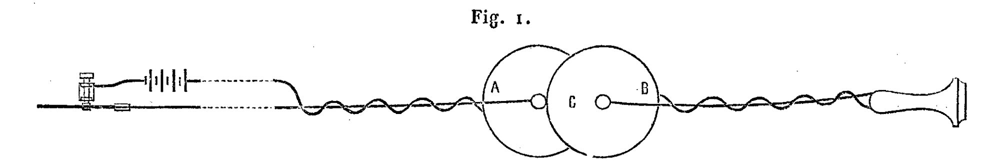
---

([1]) Cet instrument a pour origine les recherches exécutées dans le laboratoire Volta, à Washington, à l'occasion du triste attentat commis sur la personne du président Garfield. Je compte publier prochainement un Mémoire qui donnera une description complète de ces recherches, dont la présente Note n'est qu'une sorte de préliminaire. Divers savants ont bien voulu me faire parvenir leurs conseils et leurs avis sur des méthodes d'exploration pour le même objet. Je tiens à citer entre autres le professeur Hughes, George M. Hopkins, Sumner Tainter, Thomas Gleeson, Dr Chichester, A. Bell, Charles E. Buell, professeur Simon Newcombe, professeur H.-A. Rowland, M. Rogers, professeur John Trowbridge, J.-H.-C. Watts, le directeur de la *Western Union telegraph Company*, à Washington, le correspondant de la *Tribune*, de New-York, à Washington.

verse la première bobine, tandis que le circuit de la seconde comprend un téléphone ordinaire.

» Dans ces conditions, aucun son ne sera perçu dans le téléphone. Mais si l'on approche de la partie commune C aux deux bobines un corps métallique quelconque, le silence fera place aussitôt à un son dont l'inten-

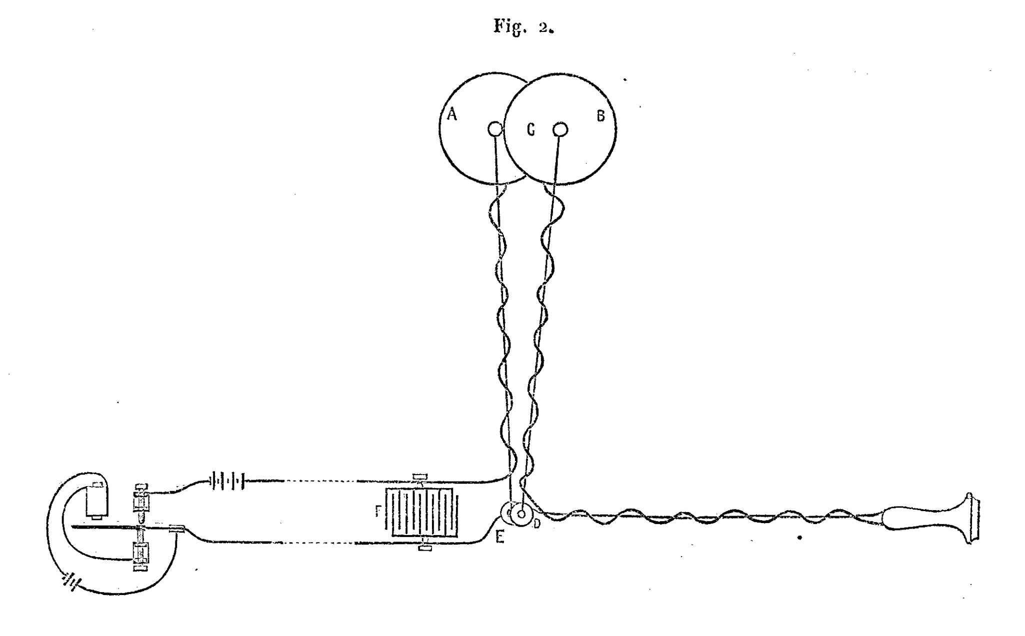
Fig. 1.



sité dépendra de la nature et de la forme de ce corps métallique et aussi de sa distance. Remarquons, à ce propos, que la forme la plus favorable serait, pour le projectile exploré, celle d'un disque plat parallèle à la surface de la peau, et que la plus défavorable serait celle d'un disque semblable perpendiculaire à cette même surface.

» Il est difficile, dans la pratique, de réaliser la superposition exacte et convenable des bobines, aussi convient-il d'intercaler respectivement

Fig. 2.



dans les circuits primaire et secondaire deux nouvelles bobines D et E (*fig.* 2), analogues aux premières, mais beaucoup plus petites, dont la surface commune peut être modifiée par le jeu d'une vis micrométrique.

On arrive très rapidement, au moyen de ce réglage, à réduire le téléphone au silence le plus complet.

» Il faut encore ajouter que l'introduction d'une capacité électrostatique F dans le circuit primaire procure des effets de beaucoup supérieurs à ceux qu'on obtiendrait autrement, ainsi que cela a été indiqué aussi par M. le professeur Rowland, de l'Université Johns Hopkins.

» Si l'on veut déterminer la profondeur à laquelle se trouve la masse métallique, cela est facile si l'on connaît *a priori* sa forme, son mode de présentation et sa substance. Il suffit en effet de dérégler l'appareil, tandis qu'il est appliqué sur la peau, jusqu'à ramener le téléphone au silence; après quoi, retirant l'appareil, on en approche la masse auxiliaire, identique à celle explorée, jusqu'à reproduire à nouveau le silence, et la distance de cette masse à l'explorateur donne la mesure qu'il s'agit de déterminer.

» Je termine cette Note par la relation d'une expérience faite dans le cabinet du Dr Franck Hamilton, à New-York, le 7 octobre dernier, en présence de treize chirurgiens de la plus grande habileté (1).

» Cette expérience a porté sur la personne du colonel B.-T. Clayton, blessé en 1862. La balle était entrée, par devant, dans l'articulation de la clavicule gauche, qu'elle avait fracturée. Les docteurs Swinburn et Wanderpool supposaient qu'elle s'était logée sous le scapulum; mais mon appareil a démontré, au contraire, qu'elle se trouvait en avant et au-dessous de la troisième côte. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la nature parasitaire des accidents de l'impaludisme.* Note de M. A. LAVERAN.

« Il existe, dans le sang des malades atteints d'impaludisme, des éléments parasitaires qui se présentent sous les aspects suivants :

» 1° Éléments cylindriques, effilés à leurs extrémités, presque toujours incurvés en croissant. La longueur de ces corps est de $0^{mm},008$ à $0^{mm},009$; leur largeur, de $0^{mm},003$ en moyenne. Les contours sont indiqués par une ligne très fine; le corps est transparent, incolore, sauf à la partie moyenne,

(1) MM. G.-H. Gardner, G. Durant, Ed. Birmingham, N. Bozeman, L. Damainville, J.-N. Hinton, Francis Delagield, F.-H. Hamilton, D. Chamberlain, Elias Marsh, J.-G. Johnson, Joseph Halderson, J.-G. Allan.

où il existe une tache noirâtre, constituée par des granulations pigmentaires d'un rouge feu très sombre; on aperçoit souvent, du côté de la concavité, une ligne très fine qui semble relever les extrémités du croissant. Ces éléments ne paraissent pas doués de mouvement. Ils ont parfois une forme ovalaire; lorsque l'ovale est très peu allongé et que les grains pigmentés se disposent en cercle, ces corps se rapprochent beaucoup des suivants.

» 2° Éléments sphériques, transparents, du diamètre des hématies en moyenne, renfermant des grains pigmentés qui, à l'état de repos, dessinent souvent un cercle assez régulier. A l'état de mouvement, ces grains pigmentés s'agitent très vivement, et leur disposition devient par suite irrégulière. De plus, on aperçoit souvent, sur les bords des sphères transparentes, des filaments très fins qui semblent s'y insérer et qui sont animés, dans tous les sens, de mouvements très rapides.

» La longueur de ces filaments mobiles peut être évaluée à trois ou quatre fois le diamètre d'une hématie; leur nombre paraît assez variable. J'en ai compté souvent trois ou quatre autour d'un même corps sphérique, auquel ils communiquaient un mouvement oscillatoire, en même temps qu'ils déplacaient dans tous les sens les hématies voisines. L'extrémité libre des filaments est légèrement renflée. A l'état de repos, les filaments ne sont pas visibles, à cause de leur ténuité et de leur transparence parfaite.

» Les filaments mobiles finissent par se détacher des corps sphériques, pigmentés; après cette séparation, ils continuent à s'agiter, et ils circulent librement au milieu des hématies.

» 3° Éléments sphériques ou de forme irrégulière, transparents ou finement granuleux, de $0^{mm},008$ à $0^{mm},010$ de diamètre, renfermant des grains pigmentés, arrondis, d'un rouge feu très sombre, qui tantôt sont disposés assez régulièrement à la périphérie, tantôt s'agglomèrent, soit au centre, soit sur un point périphérique. Ces corps sont immobiles, ainsi que les grains pigmentés qu'ils renferment. Si l'on observe un corps sphérique, transparent, renfermant des grains pigmentés mobiles et muni de filaments mobiles, jusqu'au moment où les mouvements cessent, on le voit prendre alors l'aspect des éléments décrits ci-dessus, d'où l'on peut conclure que ces éléments ne représentent, pour ainsi dire, que la forme cadavérique des précédents. Ces éléments n'ont pas de noyau et se colorent très difficilement par le carmin, ce qui permet de les distinguer des leucocytes mélanifères avec lesquels ils ont été confondus jusqu'ici.

» 4° Éléments sphériques transparents, renfermant, comme les éléments décrits plus haut (2°), des grains pigmentés immobiles ou mobiles, mais

d'un diamètre bien moindre que celui de ces corps. Les plus petits de ces éléments ont à peine le sixième du diamètre d'une hématie et ne renferment qu'un ou deux grains pigmentés; les plus gros se rapprochent du diamètre des hématies. Ces corps, tantôt isolés, tantôt réunis au nombre de quatre, tantôt libres dans le sang, tantôt accolés à des hématies ou à des leucocytes, ne paraissent représenter qu'une des phases du développement des éléments parasitaires décrits plus haut.

» La nature animée des corps sphériques renfermant des grains pigmentés mobiles et munis de filaments périphériques mobiles est indiscutable. Je suppose qu'il s'agit d'un animalcule qui vit d'abord à l'état d'agglomération, d'enkystement, et qui, à l'état parfait, devient libre sous forme de filaments mobiles. Il y a, chez les protistes, de nombreux exemples de ces différents états d'un même être.

» Outre les éléments décrits ci-dessus, on rencontre souvent, dans le sang des malades atteints de fièvre palustre :

» 1° Des hématies qui paraissent trouées sur un ou plusieurs points et qui renferment des granulations pigmentaires;

» 2° Des leucocytes mélanifères ;

» 3° Des grains pigmentés, de volume variable, libres dans le sang. Ces grains pigmentés libres proviennent vraisemblablement de la destruction des éléments parasitaires; ils sont recueillis par les leucocytes, comme il arrive pour toutes les matières pulvérulentes introduites dans le sang.

» Il y a un an déjà que j'ai découvert, dans le sang des malades atteints de fièvre palustre, les éléments parasitaires décrits ci-dessus; depuis lors, j'ai recueilli les observations de cent quatre-vingt-douze malades atteints des différentes formes de l'impaludisme : fièvre intermittente ou continue, accidents pernicieux, cachexie palustre; j'ai constaté l'existence des éléments parasitaires chez cent quarante-huit de ces malades [1].

» Dans la plupart des cas où l'examen a été négatif, les malades avaient subi un traitement plus ou moins prolongé par le sulfate de quinine, ce qui explique suffisamment l'absence des éléments parasitaires dans le sang. Ces éléments sont tués par le sulfate de quinine, ainsi que j'ai pu m'en

---

[1] Ces malades avaient contracté la fièvre palustre sur les points les plus variés de l'Algérie et de la Tunisie; quelques-uns même étaient arrivés depuis peu de France ou de Corse avec les fièvres. Je me suis assuré, par de nombreuses observations, que les éléments parasitaires du sang, décrits ci-dessus, ne se retrouvaient jamais chez les malades atteints d'affections étrangères à l'impaludisme.

assurer directement, en mélangeant une goutte de sang renfermant des parasites avec une goutte d'une solution faible de sulfate de quinine.

» L'examen a toujours été fait sur du sang pur, obtenu par la piqûre d'un des doigts; des précautions minutieuses ont été prises pour prévenir l'introduction de corps étrangers dans les préparations.

» En général, les éléments parasitaires ne se trouvent qu'à certains moments dans le sang ainsi obtenu; c'est un peu avant les accès de fièvre et au début de ces accès qu'on a le plus de chances de les y rencontrer. Chez les malades atteints de fièvre palustre rebelle, les parasites existent quelquefois en permanence dans le sang; ils disparaissent rapidement sous l'influence de la médication quinique.

» Dans les intervalles d'apyrexie qui séparent les paroxysmes fébriles, les parasites séjournent probablement dans les organes internes, notamment dans la rate et dans le foie.

» Chez les individus qui succombent à l'impaludisme, on trouve toujours dans le sang, et principalement dans les petits vaisseaux de la rate et du foie, des éléments pigmentés en grand nombre. Dans le cas où la mort survient à la suite d'accidents pernicieux, les éléments pigmentés existent en si grande quantité dans le sang, que la rate, le foie, la moelle des os, parfois même la substance grise du cerveau, prennent une teinte brunâtre, ardoisée, absolument caractéristique. Il paraît évident que ces éléments pigmentés, qui remplissent les vaisseaux capillaires au point de les obstruer, dérivent des éléments parasitaires, qui meurent en même temps que l'individu dans le sang duquel ils se trouvaient, et qui se déforment alors au point de devenir méconnaissables.

» *Conclusion*. — Les accidents de l'impaludisme sont produits par l'introduction, dans le sang, d'éléments parasitaires qui se présentent sous les différents aspects décrits ci-dessus; c'est parce qu'il tue ces parasites que le sulfate de quinine fait disparaître les accidents de l'impaludisme. »

HYDROGRAPHIE. — *Note sur la qualité des eaux de l'Isère, au point de vue du projet d'un canal d'irrigation du Rhône*. Note de M. **Ar. Dumont**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans une Note adressée, il y a quelque temps, à l'Académie des Sciences, M. Paul de Gasparin fait une comparaison entre les eaux de la Durance et celle de l'Isère. Je crois devoir faire remarquer à cet égard que,

autant les eaux de la Durance sont bonnes pour l'irrigation, autant celles de l'Isère sont nuisibles.

» Depuis bien longtemps déjà, les eaux de l'Isère ont été l'objet d'analyses, dont on trouve les résultats dans l'*Annuaire des eaux de France* pour l'année 1851. Ces analyses montrent que les eaux de l'Isère, soit qu'elles proviennent des portions de la vallée où elles ont couru sur le terrain talqueux (gneiss et schistes talqueux), ou sur le terrain anthracifère, ou encore sur les terrains crétacés et néocomiens, renferment des portions très notables de sel de soude, chlorures et sulfates. Ces sels dominent dans les terrains talqueux et surtout dans les terrains anthracifères; la quantité absolue des sulfates dans ce dernier terrain est beaucoup plus élevée. Les sels de magnésie se rencontrent avec une constance remarquable dans le terrain talqueux et dans le terrain anthracifère; ils varient en quantité relative de 19 à 23 pour 100 sur les roches et les schistes granitoïdes.

» C'est à la présence de ces sels que l'eau de l'Isère doit cet aspect trouble et noirâtre qui la caractérise; c'est à ces sels qu'elle doit d'être absolument impropre à l'irrigation. Ces sels sont mélangés si intimement à l'eau, qu'ils ne sont pas susceptibles d'être déposés par un long parcours ou le repos.

» Ainsi s'explique la répugnance que, depuis des siècles, les agriculteurs de l'Isère éprouvent pour l'emploi de ses eaux.

» On peut se demander comment cette mauvaise qualité des eaux de l'Isère concorde avec la fertilité proverbiale de la vallée du Grésivaudan. L'explication de cette apparente contradiction nous est donnée par un ingénieur qui a passé une grande partie de sa carrière dans cette vallée et y a exécuté d'importants travaux, M. Montrond.

« Il faut, dit-il, qu'on sache que l'Isère n'est point une de ces rivières dont les eaux fécondantes sont recherchées par l'agriculteur; de ces rivières qui sont bordées d'une large zone de prairies, pour lesquelles la submersion par des eaux chargées de limon est un véritable bienfait.

» Sans doute, les dépôts de l'Isère sont précieux, et la fertilité de la vallée du Grésivaudan est proverbiale, même hors des limites du Dauphiné.

» Mais ce n'est pas dès leur formation que ces dépôts, composés de sables et de débris calcaires schisteux de la Haute-Savoie, ont déjà acquis cette grande valeur. C'est seulement après avoir porté, pendant dix ou quinze ans, des bois et des broussailles, après s'être engraissés par la décomposition des feuilles et des autres produits végétaux qui les ont recouverts, après avoir été abondamment fumés, que ces dépôts sont susceptibles d'être défrichés et livrés à la culture.

» Or, dès que ce résultat est accompli, le propriétaire n'a pas de plus grand soin que de mettre son champ à l'abri des inondations; car, à cause de la nature des troubles et de

leur trop grande abondance, à cause de la coïncidence de la crue permanente d'été avec l'époque des récoltes, à cause de la culture des chanvres, le produit le plus précieux de la vallée, ces inondations, lors même qu'elles n'ont pas pour effet de sillonner le sol par des courants destructeurs et qu'elles se réduisent à une submersion par des eaux tranquilles, sont encore très nuisibles.

» Il n'y a point d'exception pour les prairies, qui sont rares sur les bords de l'Isère, et que nous ne sachons pas être, nulle part, arrosées par les eaux de cette rivière.

» Les bois seuls ou vernaies et oseraies, qui couvraient autrefois la plus grande partie de la plaine, seraient compatibles avec une submersion fréquente. L'insubmersibilité absolue doit donc être le but définitif des travaux entrepris par les riverains de l'Isère, et c'est, en effet, dans ce système que s'exécute l'endiguement de cette rivière, tant en France qu'en Savoie. »

» En citant cette opinion, dans son Mémoire sur l'endiguement de l'Isère et l'assainissement de la vallée de Grésivaudan, M. Cunit ajoute :

« Tout cela est incontestable pour quiconque a seulement parcouru la vallée de l'Isère. »

» Comment songer, dès lors, à constituer à grands frais un canal d'irrigation alimenté sur la rive gauche du Rhône, exclusivement avec des eaux de l'Isère ?

» A la rigueur, pourrait-on encore tolérer un certain mélange d'eau du Rhône et d'eau de l'Isère, de manière à constituer une eau se rapprochant de l'eau du Rhône à l'aval de l'Isère. Mais ce mélange ôterait au canal une grande partie de son utilité.

» En tout cas, il n'y a aucune comparaison à établir entre les eaux de l'Isère et celles de la Durance. A mon sens, un canal d'irrigation alimenté exclusivement en eau de l'Isère serait absolument défectueux au point de vue agricole. »

M. A. **Letellier** adresse, par l'entremise du Ministère de l'Intérieur, une Note sur les précautions à prendre pour éviter les falsifications du lait.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. **Duponchel** adresse une Note concernant l'influence du mouvement des grosses planètes dans la périodicité des taches solaires.

(Commissaires : MM. Faye, Tisserand.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une configuration de quinze cercles et sur les congruences linéaires de cercles dans l'espace.* Note de M. C. STEPHANOS, présentée par M. C. Jordan.

« La configuration (C) de quinze cercles C de l'espace situés par trois sur quinze sphères S, dont nous avons indiqué un mode de formation dans une Communication précédente ([1]), jouit d'une série de propriétés bien remarquables, dont nous nous proposons de présenter ici quelques-unes, pouvant servir à caractériser le rôle de cette configuration dans la géométrie des cercles dans l'espace.

» Les quinze cercles C seront encore représentés par les combinaisons de six indices 0, 1, 2, 3, 4, 5 pris deux à deux, de telle manière que deux cercles situés sur une même sphère aient des symboles ne présentant aucun indice commun. Cinq cercles C, représentés par des symboles ayant un indice i en commun, formeront alors un *pentacycle*, figure symétrique déterminée par quatre quelconques de ses cercles, dont nous avons donné la définition dans la Note mentionnée.

1. On peut former avec des cercles de la configuration (C) vingt triples ijk, renfermant trois sphères jk, ki, ij. Ces vingt triples se rangent à leur tour en dix couples (ijk, lmn).

» Les cercles de deux triples associés (ijk, lmn) sont orthogonaux à une même sphère T. *Les plans des cercles* C *se coupent donc par groupes de six suivant les centres des dix sphères* T.

» 2. On peut réunir par trois les quinze cercles C sur cinq sphères S de six manières différentes.

» Soient $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon, \zeta$ les six groupes de cinq sphères auxquels on est conduit ainsi. Chaque sphère S appartient à deux de ces groupes; de sorte que l'on peut attribuer à ces sphères les symboles $\alpha\beta$, $\alpha\gamma$, ... Deux de ces sphères se coupent suivant un des cercles C, toutes les fois que leurs symboles n'ont aucun indice en commun. Les cercles C peuvent donc être aussi représentés par les symboles $\alpha\beta \, . \, \gamma\delta \, . \, \varepsilon\zeta$ ....

» 3. La configuration (C) peut être déduite aisément d'un système de

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 17 octobre, p. 578-580.

six sphères α, β, γ, δ, ε, ζ, correspondant aux six groupes de sphères que nous venons de désigner par les mêmes lettres.

» *En partant, en effet, des six sphères $\alpha, \beta, \ldots, \zeta$, que l'on peut choisir tout à fait arbitrairement, on obtient les quinze cercles $\alpha\beta.\gamma\delta.\varepsilon\zeta\ldots$, de la configuration* (C), *en combinant ces six sphères de toutes les manières possibles en trois couples, et en déterminant pour chacune de ces combinaisons le cercle coupant en deux points chacun des trois cercles intersections des sphères associées* (¹).

» 4. *Il y a une surface* S^6 *du sixième ordre, ayant le cercle imaginaire à l'infini pour ligne triple, qui contient tous les cercles de la configuration* (C)(²). Les points de cette surface peuvent être associés en couples (M, M_i) de six manières différentes, correspondant aux six pentacycles i. *Les sphères qui joignent un point quelconque* M *de la surface* S^6 *aux cercles d'un pentacycle i passent aussi par un autre point de* S^6 *qui est l'associé* M_i *de* M.

» 5. On peut aussi arriver à la surface S^6, liée à une configuration (C), en partant de la considération d'une *congruence linéaire* de cercles, c'est-à-dire du système doublement infini des cercles communs à quatre complexes linéaires.

» Appelons, pour abréger, *pôles* d'un cercle les centres des deux sphères de rayon nul qui passent par ce cercle; de même, *cercle équatorial* d'un couple de points, le cercle dont les pôles coïncident avec ces points.

» *Il y a dans l'espace cinq couples de points pouvant être réunis par des sphères à chacun des cercles d'une congruence linéaire. Les cercles équatoriaux de ces cinq couples de points forment un pentacycle. La surface* S^6, *liée à la configuration* (C) *déterminée par ce pentacycle, est le lieu des pôles des cercles de la congruence.*

» 6. Réciproquement, étant donnée la surface S^6 liée à une configuration (C), chaque système de points associés i de cette surface conduit à une congruence linéaire de cercles, formée par les cercles équatoriaux des couples de points associés du système.

» Les faisceaux des sphères passant par les cercles des six congruences i engendrent un seul et même complexe U de sphères, dans lequel sont

---

(¹) Si $X_\alpha = 0$, $X_\beta = 0, \ldots, X_\zeta = 0$ sont les équations des sphères $\alpha, \beta, \ldots \zeta$, et qu'on suppose $\Sigma X = 0$, les sphères S, $(\alpha\beta, \alpha\gamma, \ldots)$, auront pour équations $X_\alpha + X_\beta = 0$, $X_\alpha + X_\gamma = 0, \ldots$, tandis que les cercles C, $(\alpha\beta.\gamma\delta.\varepsilon\zeta, \ldots)$, seront donnés par les équations $X_\alpha + X_\beta = X_\gamma + X_\delta = X_\varepsilon + X_\zeta = 0, \ldots$.

(²) D'après les notations que nous venons d'employer, la surface S^6 a pour équation $X_\alpha^3 + X_\beta^3 + \ldots + X_\zeta^3 = 0$.

aussi contenus les quinze réseaux des sphères passant par les pôles des cercles C (ou bien orthogonales aux cercles C). Il n'y a que trois sphères de ce complexe qui passent par un cercle arbitraire de l'espace.

» 7. Les plans des cercles des six congruences i enveloppent une même surface de la troisième classe. Sur cette surface sont situés les axes des quinze cercles C, lesquels axes se rencontrent par trois aux centres des quinze sphères S. Le double-six formé par les douze droites restantes de cette surface est constitué par six couples de droites, appuyées respectivement sur les axes des cercles des six pentacycles i.

» 8. Une sphère arbitraire de l'espace ne contient que deux couples de chacun des systèmes de points associés de S. Aussitôt que les deux couples de l'un de ces systèmes, situés sur une sphère, coïncident, il en est de même pour les deux couples de chacun des autres systèmes, situés sur la même sphère; les cercles équatoriaux des six couples de points associés, situés sur une pareille sphère ν, sont situés sur une même sphère du complexe U.

» Les sphères ν, qui ont cette propriété, forment un complexe V, contenant aussi toutes les sphères passant par les divers cercles C. Par chaque cercle de l'espace passent quatre sphères de ce complexe V.

» La surface du huitième ordre, lieu des centres des sphères de rayon nul contenues dans le complexe V, a la propriété d'être touchée en quatre points par chacun des cercles des six congruences i. Cette surface est aussi touchée par chacune des dix sphères T (n° 1) tout le long d'une biquadratique. Elle a de plus le cercle imaginaire à l'infini pour ligne quadruple, et admet pour points doubles les pôles des quinze cercles C.

» 9. *Les droites déterminées par les divers couples de points associés i de* S^6 *forment une congruence générale du troisième ordre et de la seconde classe. Les six congruences de droites ainsi obtenues ont pour surface focale une même surface du sixième ordre et de la quatrième classe.* Le plan de chacun des cercles C touche cette surface suivant une conique. Cette surface a, de plus, pour points doubles, les centres des dix sphères T (n° 1).

» Toute sphère passant par un des cercles C, ij, coupe la surface S^6 suivant une biquadratique variable dont les points sont deux à deux associés d'après les systèmes i et j. Les droites déterminées par les divers couples de points i d'une pareille biquadratique sont les génératrices d'une surface du second degré, dont les directrices coïncident avec les droites déterminées par les couples de points j de cette même biquadratique.

» De cette manière on retrouve les diverses distributions des droites de chacune des congruences i en génératrices de quadriques [1], et l'on est amené à plusieurs autres propriétés de ces congruences de droites. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie mathématique du mouvement vibratoire des cloches.* Mémoire de M. **É. Mathieu**. (Extrait par l'auteur.)

« La théorie mathématique du mouvement vibratoire des cloches n'avait pas été étudiée jusqu'à présent; je vais donner les équations différentielles de ce mouvement.

» En un point M quelconque du méridien moyen de la cloche, élevons une normale, désignons par n la longueur de la normale terminée à l'axe, par r le rayon de courbure, par η l'épaisseur variable, par φ le complément de l'angle de la normale avec l'axe, par ψ l'angle du méridien de M avec un méridien fixe; représentons par x, y, z les composantes de la vibration du point M respectivement suivant la tangente au méridien, la tangente au parallèle et la normale. Dans un mouvement vibratoire simple de la cloche, x, y, z seront fournis par les formules

$$\begin{aligned} x &= \mathrm{X}(\mathrm{A} \sin m\psi + \mathrm{B} \cos m\psi) \cos h t, \\ y &= \mathrm{Y}(\mathrm{A} \cos m\psi - \mathrm{B} \sin m\psi) \cos h t, \\ z &= \mathrm{Z}(\mathrm{A} \sin m\psi + \mathrm{B} \cos m\psi) \cos h t, \end{aligned}$$

où m est entier, et où X, Y, Z ne dépendent plus que de φ. Les quantités X, Y, Z satisfont à des équations différentielles que je vais définir. Posons, a, μ étant des coefficients constants,

$$\begin{aligned} \mathrm{V} &= \frac{a}{r}\left(\frac{d\mathrm{X}}{d\varphi} + \mathrm{Z}\right) + (a - 2)\left(\frac{-m}{n \cos\varphi}\mathrm{Y} + \frac{\mathrm{Z}}{n} - \frac{\mathrm{X}}{n}\operatorname{tang}\varphi\right), \\ \mathrm{W} &= \frac{a-2}{r}\left(\frac{d\mathrm{X}}{d\varphi} + \mathrm{Z}\right) + a\left(\frac{-m}{n \cos\varphi}\mathrm{Y} + \frac{\mathrm{Z}}{n} - \frac{\mathrm{X}}{n}\operatorname{tang}\varphi\right), \\ \mathrm{U} &= \frac{m}{n\cos\varphi}\mathrm{X} + \frac{\mathrm{Y}}{n}\operatorname{tang}\varphi + \frac{1}{r}\frac{d\mathrm{X}}{d\varphi}, \end{aligned}$$

---

[1] Étudiées récemment par M. W. Sthal (*Journal für die r. und a. Mathematik*, t. XCI, p. 1-22, 1881.

et nous aurons ces trois équations :

$$\mathrm{V}n + \mathrm{W}r - rn\frac{\mathrm{D}}{\mu}h^2 z = 0,$$

$$\frac{1}{nr}\frac{d}{d\varphi}(\mathrm{V}n\eta\cos\varphi) + \mathrm{W}\sin\varphi - m\mathrm{U} + n\cos\varphi\frac{\mathrm{D}}{\mu}h^2 x = 0,$$

$$m\mathrm{W} + \frac{1}{nr}\frac{d}{d\varphi}(\mathrm{U}n\eta\cos\varphi) - \mathrm{U}\sin\varphi + n\cos\varphi\frac{\mathrm{D}}{\mu}h^2 y = 0;$$

les deux conditions relatives au bord sont que U et V y sont nuls.

» Il existe une différence essentielle entre le mouvement vibratoire d'une cloche et celui d'une plaque plane. Dans une plaque plane, le mouvement *longitudinal* et le mouvement *transversal* sont fournis par des équations distinctes. Dans une cloche, au contraire, le mouvement normal et le mouvement tangentiel sont donnés par trois équations qui ne sont pas indépendantes et rendent un même son. Contrairement aussi à ce qui a lieu pour une plaque plane, la hauteur des sons d'une cloche ne change pas quand son épaisseur varie partout dans un même rapport, les termes qui dépendent du carré de l'épaisseur dans les équations différentielles étant en général très petits et négligeables; c'est du moins ce qui aura lieu quand on ne considérera que les sons les plus graves qu'une cloche peut rendre.

» J'ai reconnu qu'il est impossible de choisir la forme du méridien d'une cloche et la variation de son épaisseur, de manière que la cloche ne vibre que normalement, et quand une cloche vibre par les coups du battant, les vibrations tangentielles sont, en général, du même ordre de grandeur que les vibrations normales.

» Étant donnée une cloche de forme quelconque, on peut, en en frottant le bord, développer un mouvement vibratoire facile à calculer.

» J'ai examiné s'il était possible de choisir le méridien d'une cloche de manière qu'on pût lui communiquer un mouvement vibratoire tangentiel sans être tournant; j'ai démontré que cela n'est possible que pour une cloche sphérique d'épaisseur constante.

» J'ai intégré les équations différentielles du mouvement vibratoire le plus général d'une cloche sphérique.

» Imaginons qu'une cloche s'évase fortement et se change en une calotte de révolution très aplatie; à la limite, lorsque le méridien se réduira à une droite, les équations du mouvement devront, si l'épaisseur est constante, se changer en celles de M. Kirchhoff. On comprend donc que, pour une plaque de révolution très aplatie, il faudra tenir compte des termes qui dé-

pendent du carré de l'épaisseur. C'est pourquoi j'ai calculé ces termes; mais, comme leur recherche est fort compliquée, je les ai déterminés en supposant l'épaisseur partout la même. Après avoir intégré, pour une cloche de forme déterminée, les équations différentielles que j'ai données, on pourra vérifier que ces termes y sont effectivement négligeables. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'électrolyse de l'eau.* Note de M. **D. Tommasi.**

« On sait qu'un élément voltaïque formé d'une lame de zinc et d'une lame de charbon ou de cuivre plongeant dans de l'acide sulfurique étendu est incapable de décomposer l'eau, quelque grande que soit la surface de cet élément, tandis que la décomposition de l'eau a lieu aisément si l'on emploie deux petits éléments zinc-cuivre ou zinc-charbon et acide sulfurique étendu. Je me propose dans cette Note de démontrer qu'il est possible de décomposer l'eau en n'employant qu'un seul élément.

» Voici les expériences que j'ai faites à ce suiet :

Elément zinc-charbon + acide sulfurique étendu.

Platine + Platine —	L'eau n'est pas décomposée, ce qui est conforme à la théorie.
Cuivre + Cuivre —	Dégagement d'hydrogène au pôle négatif.

» On obtient les mêmes résultats en employant des électrodes en argent ou en étain. Avec les électrodes en plomb on ne constate pas d'effets bien prononcés.

Platine —	Dégagement d'hydrogène au pôle négatif.
Cuivre + ...	Autour du cuivre on n'observe pas de bulles gazeuses; le cuivre se dissout en se transformant en sulfate qui se décompose aussitôt et dont le cuivre vient se déposer sur le platine, sans que pour cela le dégagement de gaz cesse d'avoir lieu au pôle négatif.

» En substituant au cuivre l'argent, le plomb ou l'étain, on observe toujours la décomposition de l'eau.

» L'eau n'est pas décomposée, si le platine est au pôle positif.

» Si l'on prend l'argent comme pôle négatif, et le cuivre, le plomb ou l'étain comme électrode négative, on peut aussi décomposer l'eau.

» La décomposition de l'eau par la pile n'a pas lieu si l'argent est au pôle positif de la pile.

Cuivre +	}	Dégagement du gaz au pôle négatif.
Plomb —		
Cuivre —	}	Pas de décomposition de l'eau.
Plomb +		

» Si, au lieu du plomb, on prend de l'étain, on obtient un effet inverse, c'est-à-dire que l'eau est décomposée si le cuivre est négatif, et qu'elle ne l'est pas si le cuivre est positif

» Un élément zinc-cuivre, même de petite dimension, est capable de décomposer l'eau, pourvu qu'on se place dans les mêmes conditions que dans les expériences précédentes, seulement les effets obtenus sont moins intenses qu'avec le couple zinc-charbon.

» Dans un prochain Mémoire, j'espère être à même de donner quelques explications sur les singuliers phénomènes dont je viens de parler et qui sont, pour le moment, tout à fait en désaccord avec la théorie thermochimique de la pile. Quant à présent, voici les seules conclusions que l'on peut déduire des nombreuses expériences que j'ai faites à ce sujet :

» 1° Un élément zinc-cuivre ou zinc-charbon qui plonge dans de l'acide sulfurique étendu ne décompose pas l'eau, conformément à la théorie, si les deux électrodes sont en platine;

» 2° Pour que la décomposition de l'eau puisse avoir lieu, il faut que l'électrode positive soit formée par un métal qui, sous l'influence du courant voltaïque, soit capable de se combiner à l'oxygène de l'eau. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une boussole de proportion, destinée à la mesure des résistances.* Note de M. J. Carpentier, présentée par M. Cornu.

« L'étude et la comparaison des instruments de mesure dont l'électricien dispose montrent, dans le galvanomètre différentiel et dans l'électrodynamomètre, deux exemples d'appareils dont les indications sont proportionnelles, pour l'un, à la somme ou à la différence, pour l'autre, au produit de deux courants.

» En suivant cet ordre d'idées, j'ai cherché les conditions à réaliser pour obtenir le quotient ou le rapport de deux intensités, et les conclusions auxquelles je suis parvenu m'ont mis en possession d'un instrument dont les propriétés servent de base à une méthode d'expérimentation applicable à un certain nombre de cas,

» Pour faire d'abord juger de l'intérêt de cette méthode, je dirai qu'elle permet, entre autres applications, de déterminer instantanément, par une simple lecture, la résistance d'un circuit, et qu'elle est susceptible de restreindre, dans une large mesure, l'emploi des caisses d'étalons gradués, outils fort coûteux et jusqu'à présent indispensables.

» *Boussole des rapports ou de proportion.* — Qu'on imagine, à la surface d'une sphère, dont nous prendrons le diamètre vertical comme axe polaire, deux circuits identiques, disposés suivant la circonférence de deux méridiens, dont les plans forment entre eux un dièdre droit.

» Un courant passant par l'un des circuits exerce sur un pôle magnétique, situé au centre de la sphère, une force normale au plan de ce circuit, et proportionnelle à sa propre intensité.

» Un autre courant, traversant le second circuit, déterminera, au centre de la sphère, une deuxième force perpendiculaire à la première.

» Ces deux forces, agissant simultanément, se composeront : la direction de la résultante ne dépendra que du rapport des deux intensités, et ce rapport de grandeur de l'une des composantes à l'autre sera précisément mesuré par la tangente trigonométrique de l'angle α, formé par la résultante et la seconde composante. Or, supposons tendu, suivant l'axe polaire de la sphère, un fil sans torsion, et, fixé sur ce fil, perpendiculairement en son milieu, une très courte aiguille aimantée. Cette aiguille, ainsi suspendue au centre de la sphère, sera libre de tourner dans le plan de son équateur; sous la double action des courants, elle se placera suivant la direction de la résultante des forces qu'ils déterminent (1).

» Rien ne sera plus facile que de mesurer l'angle α, défini précédemment. Une lecture directe pourra même donner la valeur de la tangente.

» L'instrument fournit donc le rapport existant entre les intensités de deux courants. Je l'ai nommé *boussole des rapports ou de proportion*, pour rappeler qu'il indique la direction d'une force magnétique, et que cette direction dépend d'un rapport.

» *Mesure des résistances.* — Les deux circuits de la boussole étant identiques, un courant, appelé à se bifurquer entre eux, s'y divisera en deux courants rigoureusement égaux. Mais qu'on ajoute à l'un des circuits une résistance *à déterminer* (2), le partage du courant se fera dans une pro-

(1) En supposant éliminée l'action terrestre.

(2) Une autre méthode consisterait à ajouter en même temps à l'autre circuit une résistance connue de même ordre que la résistance inconnue, pour maintenir les lectures dans une partie de l'échelle, où elles sont plus commodes et plus exactes.

portion inverse des résistances. Or l'instrument donne le rapport d'intensité des courants dérivés ; il fournit donc le rapport des résistances, c'est-à-dire la valeur cherchée de la résistance inconnue, en fonction de la résistance connue des circuits de l'appareil.

» Pour la commodité des calculs, j'ai donné comme résistance aux circuits de ma première boussole la valeur de l'unité, un ohm. Cette constante de construction doit être appropriée à l'ordre de grandeur des résistances, à la mesure desquelles l'appareil sera destiné.

» En effet, les observations étant faites sur une échelle des tangentes, le calcul montre que l'erreur relative commise sur l'évaluation d'une résistance x est proportionnelle à l'erreur relative de lecture proprement dite, et au facteur $\frac{R+x}{x}$, dans lequel R est la résistance commune aux deux circuits de la boussole.

» Ici, je placerai deux remarques intéressantes :

» 1° Si les résistances inconnues sont toujours ajoutées au même circuit de la boussole, le champ angulaire des lectures se réduit à 45°.

» 2° Les indications de l'appareil sont complètement indépendantes de l'intensité du courant employé.

» *Réglage de l'appareil.* — La boussole porte en elle-même les moyens de vérification qu'elle exige.

» 1° Les forces propres à chaque circuit doivent être perpendiculaires entre elles. La constatation est toute simple.

» 2° Ces deux forces doivent être égales pour une même intensité de courant. On fera simultanément traverser par un courant les deux circuits, réunis bout à bout : l'aiguille doit occuper les diagonales de l'angle formé par les deux positions qu'elle prendrait si le courant passait successivement dans chaque circuit. Si cette condition n'est pas remplie, on augmentera ou diminuera la longueur du fil enroulé sur l'un des cadres.

» 3° Les circuits doivent avoir même résistance. Un courant quelconque, se bifurquant entre eux, devra se partager en deux dérivations égales, et l'aiguille marquer une déviation de 45°.

» Si cette condition n'est pas remplie, on complètera, au circuit le moins résistant, la valeur qu'il doit atteindre par un fil extérieur au cadre, et, par conséquent, ne changeant pas l'action de ce circuit sur l'aiguille.

» *Influence du magnétisme terrestre.* — Pour éliminer l'action perturbatrice du magnétisme terrestre, il suffira : soit de placer le fil de suspension

de l'aiguille parallèlement aux lignes de force du champ terrestre; soit, l'appareil restant vertical, de ramener par une rotation, à chaque observation, l'aiguille en équilibre dans le plan du méridien magnétique.

» Dans des mesures approximatives, d'ailleurs, l'emploi de courants énergiques rendrait négligeable l'influence terrestre.

» Par des modifications faciles, l'appareil est immédiatement applicable aux courants alternatifs.

» Dans une prochaine Note, j'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats des mesures faites avec l'instrument dont j'ai voulu seulement aujourd'hui décrire le principe. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la variation du nombre annuel des orages à Rio de Janeiro.* Note de M. L. **Cruls**, présentée par M. Faye au nom de Sa Majesté dom Pedro, empereur du Brésil.

« Occupé de réunir les matériaux destinés à servir de base à une étude sur la climatologie de Rio de Janeiro, je fus frappé de la notable variation que présente le nombre annuel des orages. Ainsi, en considérant la période qui s'étend de 1851 à 1876, soit un quart de siècle, ce nombre annuel oscille entre 11 et 49, et la série complète présente deux maxima et deux minima nettement accusés.

» On sait le rôle prépondérant que joue l'action électromagnétique du Soleil dans un grand nombre de phénomènes de la Physique du globe, et la relation évidente qui existe entre la périodicité de certains de ces phénomènes et celle des taches solaires; ces considérations m'amenèrent à rattacher la variation du nombre annuel des orages à cette même périodicité des taches, que, tout récemment encore, M. Gould, dans son excellent Ouvrage sur le climat de Buenos-Ayres, a montré exister également dans le nombre annuel des tourmentes ou bourrasques assez fréquentes dans ces parages.

» Il n'est pas à ma connaissance que des recherches aient été faites pour vérifier, en ce qui concerne les orages, la périodicité que l'on a constatée dans le nombre annuel des aurores. Quoi qu'il en soit, je ferai remarquer que des observations entreprises dans les régions tropicales doivent être plus fécondes en résultats, pouvant servir à l'éclaircissement de plusieurs faits relatifs au phénomène des orages, que celles faites dans les latitudes moyennes.

» Le diagramme ci-joint représente la courbe des variations du nombre annuel des orages à Rio de Janeiro, ainsi que celle de la périodicité des taches solaires, et son examen montre une concordance extrêmement no-

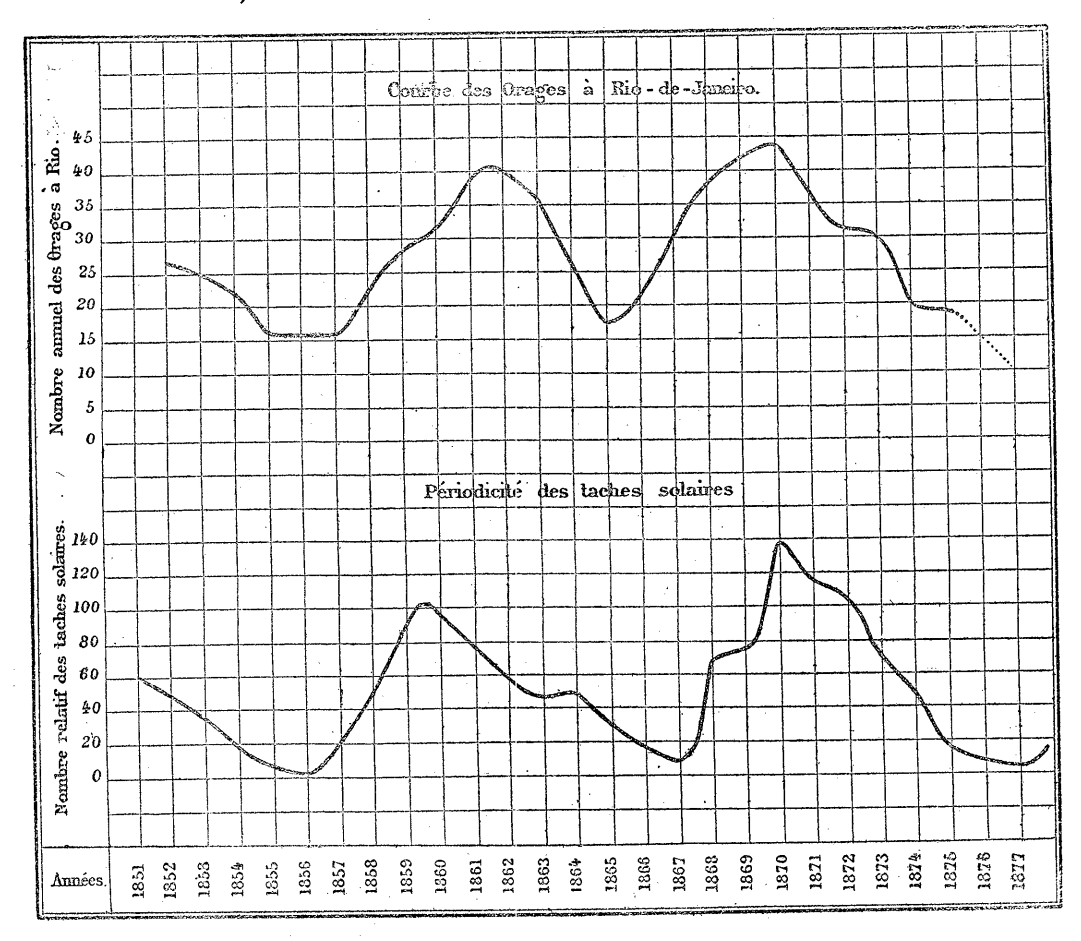


table entre ces deux courbes. Dans le but de faire disparaître certaines anomalies inévitables, j'ai pris les moyennes des nombres annuels par groupe de trois consécutifs : ainsi, la moyenne des trois nombres correspondant aux années 1851-52-53 est considérée comme représentant le nombre des orages de l'année 1852, et ainsi de suite pour les autres années.

» J'ai voulu, en outre, comparer ces résultats à ceux déduits d'observations faites en d'autres points de la terre, et, à cet effet, j'ai tracé la courbe des orages observés à Toronto (Canada), à laquelle j'ai joint celle des au-

rores boréales qui y ont été notées pendant la même période. Quoique le nombre annuel des orages, à Toronto, varie dans des limites très étroites, la courbe néanmoins reproduit, mais d'une manière moins accentuée, toutes les particularités de la courbe représentée ci-contre; il en est de même de celle des aurores. J'ai inscrit, dans le Tableau ci-dessous, les époques des minima et des maxima pour chacun de ces phénomènes, et, entre parenthèses, j'ai donné le nombre de fois que le phénomène a été observé dans l'année qui est inscrite à côté.

	Rio de Janeiro.	Toronto.		
	Orages.	Orages.	Aurores.	Taches solaires.
Minima.......	1856 (11)	1856 (23)	1857 (26)	1856[1] (4)
Maxima.......	1862 (49)	1860 (34)	1860 (59)	1860 (99)
Minima.......	1865 (14)	1865 (24)	1864 (34)	1867 (7)
Maxima.......	1870 (44)	1870 (39)	1870 (77)	1870 (139)

» En résumé, les conclusions de cette Note laissent clairement établir la relation directe qui existe entre la variation du nombre annuel des orages et celle des taches solaires, fait que, d'ailleurs, on pouvait prévoir *a priori*. »

M. **Faye** présente, à la suite de cette Communication, les observations suivantes :

« L'intérêt de cette Note m'engage à faire ici quelques réserves au sujet de l'intime correspondance que M. Cruls croit avoir reconnue entre les taches du Soleil et les tempêtes terrestres. J'ai eu l'honneur d'exposer plusieurs fois à l'Académie mon opinion sur ces grands phénomènes. Je lui ferai remarquer que mes deux théories, celle des orages terrestres et celle des taches du Soleil, bien souvent attaquées, ont résisté à toutes les critiques et sont les seules qui restent debout aujourd'hui. La production des taches sur le Soleil tient à un mode de rotation tout à fait spécial à cet astre, et aux procédés mécaniques par lesquels sa masse entière participe à son immense radiation superficielle, c'est-à-dire à son refroidissement séculaire. Le jeu de ces deux influences peut affecter, à partir d'une certaine époque, une allure périodique comme celle que M. Schwabe

(1) Correction faite au manuscrit par M. Faye.

a découverte et que les travaux de M. Rudolf Wolf ont mise en pleine évidence.

» La production des orages terrestres tient aux mouvements gyratoires descendants, à axe exclusivement vertical, qui naissent, comme ceux des fleuves, dans les courants supérieurs de notre atmosphère. Ces courants, fortement déviés par la rotation du globe, sont eux-mêmes produits sur les deux hémisphères par la chaleur du Soleil.

» La période des taches ne pourrait donc se reproduire dans celles des orages que M. Cruls vient de signaler sur l'hémisphère austral, que si les taches affectaient sensiblement la chaleur que le Soleil nous envoie, puisque cette chaleur est ici la cause principale. Or on n'a pas, que je sache, trouvé jusqu'ici la moindre trace d'une période de onze ans dans les températures annuelles. La conclusion est que les taches solaires et les orages terrestres ne sont pas en relation de cause à effet. Leurs périodes peuvent se ressembler de près ou de loin, comme tant d'autres qu'on observe dans la nature, mais elles ne sont pas identiques. Il faudrait que cette identité fût prouvée par l'accord constant d'un nombre suffisant de périodes, pour qu'il y eût lieu de rechercher un lien quelconque entre deux phénomènes si différents et si éloignés l'un de l'autre.

» Depuis quelques années, on tâche de rattacher empiriquement aux taches du Soleil, non seulement les orages, mais encore les aspects des planètes, les aurores boréales, les variations de la boussole, les pluies, les famines et jusqu'aux faillites, dans les pays dont le commerce s'étend aux vastes régions de l'Orient. De toutes ces assimilations, la plus plausible est celle des variations diurnes en déclinaison de l'aiguille aimantée. Dans un fort beau travail que vient de publier M. Ellis, directeur du Département météorologique à l'Observatoire de Greenwich, le savant auteur s'attache à montrer que l'accord des deux phénomènes se soutient presque dans les moindres détails, lorsqu'on a soin d'écarter ce que l'on nomme des *perturbations magnétiques*. Je me bornerai à emprunter à ce Mémoire les nombres suivants :

Minima		Maxima	
des taches.	des variations diurnes.	des taches.	des variations diurnes.
1843,5	1844,3	1848,1	1848,1
1856,0	1857,2	1860,1	1860,6
1867,2	1867,2	1870,6	1870,8

» On voit qu'il y a entre les deux phénomènes des écarts variant de un mois à six mois, et même à plus d'une année.

» Quant aux coïncidences qui peuvent se produire accidentellement entre les taches du Soleil et certains aspects des planètes, telles que Mercure, Vénus, Jupiter, il me paraît évident, si l'on se reporte à la théorie purement mécanique des taches, que ces ingénieux rapprochements ne sont que fortuits. Les forces infinitésimales qui répondent à ces aspects ne sauraient modifier en quoi que ce soit le jeu des forces colossales qui président, sur le Soleil, à la formation des taches.

» Toujours est-il que la recherche empirique des périodes dans la succession des phénomènes météorologiques sera toujours très importante en elle-même, si l'on y fait concourir des observations prises sur les deux hémisphères à la fois. Celles qui se font actuellement au Brésil, à l'Observatoire de Rio de Janeiro, comblent une grave lacune et présentent un vif intérêt. Et ce n'est pas là, tant s'en faut, le seul profit que la Science universelle est appelée à retirer de la vive impulsion qu'un gouvernement éclairé donne à ce beau pays. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouvel hydrate de carbone.* Note de M. É. **Morelle**, présentée par M. Chatin.

« M. Garreau retira, en 1850, de la Saxifrage de Sibérie (*Bergenia siberica*), un principe cristallisable, auquel il donna le nom de Bergenin. Dans deux Mémoires publiés sur ce sujet, il signala les principales propriétés de ce corps, sans en faire une étude approfondie. J'ai repris l'étude de cette substance, dont j'ai déterminé l'équivalent, la formule et la fonction. Mon travail mettant en évidence les affinités de ce corps avec la mannite, la pinite et la quercite, il est préférable de le désigner sous le nom de *bergenite*.

» Je prépare la bergenite en épuisant les souches fraîches de Saxifrage par l'eau à 80°. Les liqueurs, débarrassées du tannin par l'acétate neutre de plomb, et de l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré, sont réduites à un demi-litre; elles ne tardent pas à donner des cristaux de bergenite.

» Celle-ci, convenablement purifiée, se présente en petits cristaux incolores, d'une saveur amère et du système orthorhombique. Leur forme ordinaire est celle du prisme droit de 91°15′, modifié, sur la moitié des arêtes basiques, par des faces inclinées de 126°22′, sur celles du prisme.

» La bergenite dévie à gauche le plan de polarisation; son pouvoir rotatoire moléculaire est $(\alpha)_D = -51^\circ 36'$.

» Elle est peu soluble dans l'eau et dans l'alcool à froid, plus soluble dans ces liquides à l'ébullition.

» Sa densité est 1,5445.

» La bergenite éprouve à 130° une véritable fusion aqueuse, et, si l'on élève la température, elle perd de l'eau et revient à l'état solide, qu'elle conserve ensuite jusqu'à 230°, température où elle se décompose.

» L'analyse a donné les résultats suivants :

	Calculé.		Trouvé. I.	II.	III.
C^8.....	48	47,06	46,96	47,84	47,57
H^6.....	6	5,87	6,35	5,67	5,79
O^6.....	48	47,07			
	102	100,00			

» Ces nombres s'écartent peu de ceux qui correspondent à la formule $C^8H^6O^6$; celle de la bergenite est donc un multiple de cette formule.

» L'analyse de la bergenite, desséchée à 180°, a montré que la quantité de cette substance qui perd une molécule d'eau à cette température est double de celle que représente la formule précédente.

» Je n'ai pas réussi, soit à dédoubler la bergenite par l'action des acides minéraux, soit à la combiner avec ces acides; mais j'ai obtenu plusieurs combinaisons avec les acides organiques.

» La bergenite, enfermée dans un tube avec de l'acide acétique monohydraté et chauffée pendant quarante-huit heures à 100°, se dissout et laisse, après évaporation de l'acide en excès, un résidu blanc, amorphe, très soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.

» Ce corps est neutre et donne à l'analyse les nombres suivants, qui conduisent à la formule brute $C^{20}H^{12}O^{12}$:

	Calculé pour $C^{16}H^8O^8(C^4H^4O^4)$.		Trouvé. I.	II.
C^{20}.....	120	52,63	52,38	52,34
H^{12}.....	12	5,26	5,45	5,94
O^{12}.....	96	42,11		
	228	100,00		

» Ce composé, chauffé pendant vingt-quatre heures à 100° avec une solution étendue et titrée d'acide sulfurique, se dédouble en bergenite et en

acide acétique. La proportion de cet acide a été trouvée, dans deux opérations différentes, égale à 26,66 et 26,11 pour 100. La théorie, pour $C^{16}H^{8}O^{8}(C^{4}H^{4}O^{4})$, voudrait 26,31.

» Il résulte de ces analyses que la quantité de bergenite qui s'unit à un équivalent d'acide acétique, avec élimination d'eau, peut être représentée par $C^{16}H^{12}O^{12}$, ou mieux par $C^{16}H^{10}O^{10},H^{2}O^{2}$, et $204 = 186 + 18$ doit être adopté comme équivalent de la bergenite hydratée.

» J'ai obtenu également, avec l'acide valérique, le composé

$$C^{16}H^{8}O^{8}(C^{10}H^{10}O^{4}).$$

» Le chlorure acétique dissout rapidement la bergenite à la température de 100°, en donnant lieu à un dégagement de gaz chlorhydrique. Lorsque la dissolution est complète, la matière traitée par l'eau y produit un dépôt blanc, qui se dissout à chaud dans l'alcool et cristallise par refroidissement en lames rhomboïdales nacrées à angles coupés.

» Ce composé a donné à l'analyse les résultats suivants :

	Calculé pour $C^{16}H^{4}O^{4}(C^{4}H^{4}O^{4})^{3}$.		Trouvé. I.	Trouvé. II.
C^{28}	168	53,84	53,90	53,51
H^{16}	16	5,13	5,24	5,12
O^{16}	128	41,03		
	312	100,00		

Acide acétique mis en liberté par la saponification : 56,83 et 57,81 pour 100.

» On peut donc adopter, pour représenter ce composé, la formule

$$C^{16}H^{4}O^{4}(C^{4}H^{4}O^{4})^{3},$$

qui correspond à 57,69 pour 100 d'acide acétique.

» J'ai obtenu avec le chlorure benzoïque la bergenite tribenzoïque.

» Enfin j'ai pu remplacer par deux molécules d'acide acétique les deux molécules d'eau de la bergenite triacétique. Pour y parvenir, on chauffe pendant douze heures, à 280°, en tube scellé, une partie de cet éther avec 8 à 10 parties d'acide acétique anhydre. On traite le produit par l'eau, et, après avoir lavé le dépôt, on le sèche et le dissout dans l'alcool absolu bouillant. Le composé cristallise par refroidissement en fines aiguilles blanches, réunies en masses feutrées.

» Il donne à l'analyse les nombres suivants :

	Calculé pour $C^{16}(C^4H^4O^4)^5$.		Trouvé. I.	II.
C^{36}......	216	54,55	54,23	54,35
H^{20}......	20	5,05	5,59	5,63
O^{20}......	160	40,40		
	396	100,00		

Acide acétique mis en liberté par la saponification : 76,22 et 75,97 pour 100.

» Ces résultats conduisent à attribuer à ce composé la formule

$$C^{16}(C^4H^4O^4)^5,$$

qui correspond à 75,75 pour 100 d'acide acétique.

» La bergenite, donnant avec les acides des éthers, possède incontestablement la fonction alcoolique.

» C'est un alcool pentatomique, qui se place à côté de la pinite et de la quercite. »

PHYSIOLOGIE. — *De la toxicité comparee des différents métaux.* Note de M. **Ch. Richet**, présentée par M. Vulpian.

« Il m'a paru qu'on pouvait remplacer les expériences de toxicologie, dans lesquelles on injecte sous la peau ou dans les veines d'un animal une quantité déterminée de poison, par des expériences dans lesquelles le milieu respiratoire est intoxiqué. On évite ainsi les inconvénients dus au poids variable de l'animal et aux réactions chimiques perturbatrices consécutives à une injection brusque dans le sang. On peut atteindre une grande précision et faire facilement beaucoup d'expériences.

» Si l'on plonge un poisson [1] dans une solution toxique, il meurt avec une rapidité qui dépend de la concentration plus ou moins grande du poison. En voici un exemple :

(1) Mes expériences ont été faites sur des poissons de la Méditerranée, appartenant aux genres *Serranus* (*S. Cabrilla*), *Crenolabrus* (*C. Mediterraneus*), et surtout *Julis* (*I. vulgaris*, *I. Gioffredi*). Leur poids variait de 10gr à 35gr. Des expériences antérieures m'avaient appris que des poissons de ces dimensions vivent indéfiniment (c'est-à-dire plus de huit jours) dans 2lit d'eau de mer, contenue dans un cristallisoir à large surface.

Eau de mer contenant par litre, en chlorure de lithium ($LiCl + H^2O$)	Mort au bout de
gr 66	3 minutes.
33	15 »
16,5	25 »
8,2	9 heures.
3,0	32 »
2,6	plus de 48^h.

» J'appelle *limite de toxicité* la quantité maximum de poison (rapportée à 1^lit d'eau) qui permet à un poisson de vivre plus de quarante-huit heures. Ainsi, dans la série précédente, la limite de toxicité, pour le chlorure de lithium, sera la moyenne entre 3^gr et 2^gr,6, soit 2,8.

» J'ai alors déterminé, par cette méthode, la limite de toxicité de divers métaux, en ayant soin d'employer toujours le même radical acide (chlorures); des expériences préparatoires m'avaient en effet montré que les azotates sont plus toxiques que les chlorures. Quant aux sulfates, ils sont trop peu solubles pour servir à ces expériences.

» Voici le Tableau résumant mes recherches. La limite de toxicité a été calculée, non pour le poids de chlorure, mais pour le poids de métal combiné; elle est rapportée à 1^lit d'eau.

Nombre d'expériences.	Métal.	Limite de toxicité.
20	Mercure (Hg'')	0,00029
7	Cuivre (Cu'')	0,0033
20	Zinc	0,0084
10	Fer [1] (Fe''')	0,014
7	Cadmium	0,017
6	Ammonium (AzH^4)	0,064
7	Potassium	0,10
10	Nickel	0,125
9	Cobalt	0,125
11	Lithium	0,3
20	Manganèse	0,30
6	Baryum	0,78

(1) Pour le fer, comme pour le strontium et le baryum, il faut au préalable éliminer, par une quantité convenable de chlorure de baryum, les sulfates et les phosphates contenus dans l'eau de mer. Je me suis assuré que cette opération ne change pas d'une manière appréciable les conditions vitales des poissons en expérience.

Nombre d'expériences.	Métal.	Limite de toxicité.
4.................	Magnésium	1,5
20.................	Strontium	2,2
5.................	Calcium	2,4
6.................	Sodium ([1])	24,17

» On voit, par ces chiffres, qu'il n'y a pas de relation précise à établir entre le poids atomique d'un corps et sa toxicité. Le cuivre est six cents fois plus toxique que le strontium, quoique son poids atomique soit moindre. Le lithium, dont le poids atomique n'est que le vingtième du poids du baryum, est cependant trois fois plus toxique, etc. Même pour les métaux de la même famille chimique, la relation entre le poids atomique et la toxicité n'existe pas. Ainsi le cadmium (112) est moitié moins toxique que le zinc (65). Le lithium (17) est soixante-dix fois plus toxique que le sodium (23), etc.

» Il ressort aussi de ces expériences qu'il n'y a pas de relation à établir entre la fonction chimique d'un corps et sa puissance toxique. En effet, le potassium et le sodium, dont les propriétés chimiques sont si voisines, sont très inégalement toxiques. 1^{gr} de potassium est près de 250 fois plus toxique que 1^{gr} de sodium.

» D'ailleurs, l'emploi de cette méthode des milieux toxiques, au lieu des injections toxiques, permet de résoudre diverses questions importantes, sur lesquelles je reviendrai. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Recherches sur le système circulatoire du* Spatangus purpureus. Note de M. **R. Kœhler**, présentée par M. H. Milne Edwards.

« L'ouverture buccale du *Spatangus purpureus* est entourée par deux anneaux vasculaires : l'un externe, appartenant au système vasculaire sanguin; l'autre interne, appartenant au système ambulacraire. La même disposition se retrouve dans les ambulacres.

([1]) Il faut employer du chlorure de sodium pur; car le sel ordinaire contient assez de chlorure de potassium pour modifier les résultats. Comme l'eau de mer contient normalement environ 20^{gr} de chlorure de sodium par litre, et qu'on peut en ajouter 43^{gr} sans déterminer la mort du poisson, cela fait en réalité 63^{gr} par litre de chlorure de sodium, soit 24,7 de métal combiné.

» La branche de communication d'Hoffmann, qui met en rapport le vaisseau intestinal avec l'anneau péribuccal unique, décrit par cet auteur, se bifurque en réalité, au niveau de la bouche, en deux branches, dont l'une se jette dans l'anneau sanguin, et l'autre dans l'anneau ambulacraire.

» De même, le canal du sable est double dans sa région comprise entre l'ouverture de la bouche et l'extrémité de l'œsophage ; il est formé de deux canaux accolés, dont chacun débouche dans l'anneau péribuccal correspondant. Au niveau de l'extrémité de l'œsophage (première courbure), ces deux canaux se réunissent en un seul, qui reste simple jusqu'au point où la deuxième courbure du tube digestif se joint à la troisième. A partir de cette région, il se cloisonne de nouveau en plusieurs cavités secondaires, au nombre de quatre ou cinq, au moment où il arrive à l'organe appelé communément le cœur, dans lequel il se perd. Il se reconstitue après avoir traversé cet organe, et arrive à la plaque madréporique sous forme d'un canal grêle, d'une structure particulière.

» Le prétendu cœur est un organe spongieux, dont les interstices se remplissent complètement lorsqu'on injecte le canal du sable. Il est constitué par du tissu conjonctif supportant de nombreux noyaux et des éléments semblables à ceux du sang et de la cavité générale. Doit-on voir dans cet organe une sorte de glande vasculaire sanguine, ou bien simplement un organe d'excrétion ? La soi-disant membrane qui entoure l'extrémité du canal du sable et le rattache à la plaque madréporique paraît plutôt être aussi une glande en connexion avec ce canal. Elle présente une structure analogue à celle du cœur.

» Le tube digestif reçoit le sang des vaisseaux marginaux interne et externe. Il ne possède de vaisseaux que dans la région comprise entre le premier orifice du siphon et l'origine de la troisième courbure. L'œsophage, la troisième courbure et le rectum n'en reçoivent pas un seul. De plus, là où les vaisseaux existent, leur distribution est loin d'être aussi régulière qu'Hoffmann ne l'a figuré. La face ventrale de la deuxième courbure ne reçoit de vaisseaux que dans le voisinage de l'orifice du diverticulum et de chaque côté de cet organe; c'est la face dorsale qui reçoit la plupart des vaisseaux. Le vaisseau intestinal d'Hoffmann, qui, d'après lui, fournit des vaisseaux à l'estomac, à la troisième courbure et au rectum, s'épuise en réalité un peu après l'origine de la branche de communication, sans atteindre l'estomac, dont les vaisseaux présentent la disposition suivante : les deux vaisseaux marginaux de la deuxième courbure forment autour de l'orifice du diverticulum un plexus très serré, duquel naissent

deux autres vaisseaux qui se continuent de chaque côté de l'estomac jusqu'au siphon, et qui sont réunis de distance en distance par des anastomoses transversales, aussi bien sur la face dorsale que sur la face ventrale. De plus, le vaisseau qui longe le bord droit de l'estomac ([1]) fournit plusieurs petits vaisseaux qui se ramifient sur la lamelle mésentérique s'étendant du diverticulum au tube digestif. Tous ces vaisseaux se réunissent ensuite en un tronc qui suit le diverticulum jusqu'au cœur, entre le canal du sable et le vaisseau marginal du diverticulum, en donnant à droite et à gauche de courtes branches transversales qui le font communiquer à la fois avec le canal du sable et ce vaisseau marginal.

» Je montrerai dans une prochaine Note comment la structure histologique et la répartition des glandes du tube digestif sont en relation avec ce mode de vascularisation ([2]). »

La séance est levée à 4 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 OCTOBRE 1881.

Médaille d'honneur offerte à M. H. Milne-Edwards. Allocutions de MM. de Quatrefages, Blanchard et J.-B. Dumas. Paris, Gauthier-Villars, 1881; br. in-8°. (5 exemplaires.)

Annales de la Société géologique de Belgique; t. VI, 1878-1879. Berlin, Friedlanger; Liège, A. Decq; Paris, F. Savy, 1879-1881; 1 vol. in-8°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, 1881. Épinal, V. Collot; Paris, A. Gouin, 1881; 1 vol. in-8, avec supplément.

L.-P. MOUILLARD. *L'empire de l'air. Essai d'ornithologie appliquée à l'aviation.* Paris, G. Masson, 1881; in-8°. (Présenté par M. H. Mangon.)

Les alcaloïdes dérivés des matières protéiques sous l'influence de la vie des fer-

---

([1]) L'animal est supposé placé sur la face ventrale.

([2]) Ces recherches ont été faites au laboratoire de Zoologie marine de Marseille, dirigé par M. Marion, qui a bien voulu mettre à ma disposition tous les matériaux nécessaires.

ments et des tissus; *par* A. GAUTHIER. Paris, Germer-Baillière, 1881; br. in-8°. (Extrait du *Journal d'Anatomie et de Physiologie.*)

Recherches sur les poils à bâtonnet de l'antenne interne des Crustacés, précédées de quelques remarques sur les poils dits olfactifs; *par* S. JOURDAIN. Paris, Germer-Baillière, 1881; in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie.*) (Présenté par M. H. Milne Edwards.)

De l'équilibre thermique dans les actions chimiques; *par le* D[r] D. TOMMASI. Saint-Denis, impr. Ch. Lambert, 1881; br. in-8°.

Etude sur les machines centrifuges, pompes et ventilateurs; *par* A.-H. COURTOIS. Paris, Dunod, 1881; in-8°.

Muséum des Sciences naturelles de Lyon. Rapport à M. le Préfet sur les travaux exécutés pendant l'année 1880; *par* M. le D[r] LORTET. IX. Lyon, H. Georg, 1881; br. in-8°.

Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels par l'infiltration des eaux météoriques, étudiés dans leurs rapports avec la géologie stratigraphique; *par* ERNEST VAN DEN BROECK. Bruxelles, F. Hayez, 1881; in-4°.

Quelques résultats déduits de la Statistique solaire; *par* R. WOLF. Sans lieu ni date; br. in-4°. (Estratto dalle *Memorie della Societa degli spettroscopisti italiani.*) (Présenté par M. Janssen.)

Aerial navigation; *by* J.-F. CAMERON. New-York, John Polhemus, 1881; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 NOVEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les limites de l'électrolyse.* Note de M. **Berthelot.**

« 1. On sait quelles relations les travaux de M. Joule et ceux du regretté Favre ont établies entre les forces électromotrices et les chaleurs de combinaison des métaux; mais l'application de ces lois à l'électrolyse des sels est souvent fort obscure, surtout lorsqu'il se produit des actions secondaires et qu'il s'agit de savoir quelle est la somme exacte de toutes les énergies qui concourent réellement au phénomène électrolytique. C'est ce qui m'a engagé à faire les expériences suivantes, dans lesquelles je me suis attaché à l'électrolyse étudiée dans ses débuts visibles, mais avant que la composition des dissolutions salines ait été rendue plus complexe par le progrès de la décomposition.

» 2. Les physiciens admettent aujourd'hui que l'électrolyse du sulfate de potasse, SO^4K, a lieu suivant les mêmes règles que celle du sulfate de cuivre. L'acide sulfurique et l'oxygène se portent séparément au pôle positif

et le métal va au pôle négatif. Si le métal ne décompose pas l'eau, il se précipite sur l'électrode : sinon il est remplacé par de l'hydrogène. C'est ce qui arrive, par exemple, avec le sulfate de potasse. Mais la force électromotrice nécessaire pour produire l'électrolyse peut être calculée *a priori* de trois manières différentes.

» 1° On peut supposer qu'elle doit être assez grande pour mettre à nu le potassium, la réaction de ce métal sur l'eau étant un phénomène secondaire qui n'intervient pas dans le travail dépensé pour établir le circuit électrolytique. Dans ce cas, la décomposition

$$SO^4K \text{ dissous} = SO^3 \text{ dissous} + O + K, \text{ absorbant } - 98^{Cal},$$

il faudrait au moins 4 éléments Daniell et même un peu plus.

» 2° On peut supposer au contraire que la force électromotrice diffère peu de celle qu'exige la décomposition de l'eau, ou plus exactement de l'acide sulfurique étendu, avec production des mêmes corps, oxygène et hydrogène, la séparation du sel en acide et base ne portant que sur une fraction; la force équivaudrait alors à peu près à $34^{Cal}, 5$. Cette opinion m'a paru être celle des physiciens que j'ai consultés.

» 3° Cependant l'électrolyse produit en définitive au pôle positif de l'acide sulfurique et de l'oxygène, qui se dégage; au pôle négatif, de la potasse et de l'hydrogène, qui se dégage; l'acide et la base, séparés par le travail des forces électromotrices, demeurent dans cet état, à l'exception des portions qui se recombinent peu à peu et lentement par diffusion. Ces portions étant minimes dans un temps donné, leur chaleur de combinaison n'intervient que pour une fraction négligeable. Il semble donc que le travail nécessaire pour séparer l'acide et la base doive être ajouté presque entièrement au précédent.

» SO^4K étendu + HO fournit ainsi :

$$\left.\begin{array}{l} SO^4H \text{ étendu} + O \\ KO \text{ étendu} \quad + H \end{array}\right\} \begin{array}{l} \text{pôle} + \\ \text{pôle} - \end{array}$$

la chaleur aborbée étant $- 50^{Cal}, 2$. Ce qui revient à ajouter la séparation entre la potasse et l'acide ($15^{Cal}, 7$) à celle des éléments de l'eau ($34^{Cal}, 5$).

» C'est précisément cette troisième opinion que l'expérience m'a montrée exacte. En effet, si, dans une solution de sulfate de potasse, on plonge deux électrodes formées par des fils de platine très courts, soudés à l'ex-

trémité des tubes de verre, il ne se dégage aucun gaz sous l'influence des systèmes voltaïques suivants :

» 2 éléments Zn-Pt [1] (équivalents à 38^{Cal});

» 2 éléments Daniell (équivalents à 49^{Cal});

» 2 éléments Zn-Pt + 1 élément Zn-Cd (équivalents à 46^{Cal}).

» Il faut donc une force électromotrice plus grande que pour l'acide sulfurique étendu (34^{Cal},5). Au contraire, il y a dégagement de gaz aux deux pôles avec les systèmes suivants :

» 3 Zn-Pt(57^{Cal}),

» 2 Zn-Pt + 2 Zn-Cd(54^{Cal}),

» 2^{dlls} + 1 Zn-Cd(57^{Cal}),

» 1^{dll} + 1 Zn-Pt + Zn-Cd(51^{Cal},5).

» On voit que la limite des forces électromotrices répond à ce travail où la potasse et l'acide demeurent séparés (+ 50^{Cal},2). Elle est fort différente de celle de l'électrolyse de l'acide sulfurique étendu.

» 3. J'ai vérifié ce résultat en prenant comme électrode positive une lame de cuivre. Dans ce cas, l'oxygène forme du sulfate de cuivre, en dégageant + 28^{Cal},2, qui se retranchent du travail électrolytique. Celui-ci doit se trouver réduit à + 50,2 − 28,2 = + 22,0. S'il y avait séparation de K, on aurait − 76. Au contraire, s'il y avait décomposition simple de l'eau, on aurait − 6^{Cal},3.

» En fait, il ne se produit pas de gaz avec 2 Zn-Cd (16^{Cal}), ou 1 Zn-Pt (19^{Cal}); mais on en observe, à la limite, avec 1^{dll} (24^{Cal},5), ou 3 Zn-Cd (24^{Cal},9), ou 1 Zn-Pt + 1 Zn-Cd (27^{Cal}). La séparation en acide et base s'ajoute donc encore à la décomposition de l'eau.

» Soit enfin le zinc pris comme électrode positive; l'oxygène formant du sulfate de zinc dégage + 53^{Cal},5. S'il reproduisait K, il faudrait donc − 44^{Cal},5. L'acide et la base séparés, au contraire, on aurait + 3^{Cal}. Ce dernier résultat est le seul confirmé par l'expérience; car il suffit de joindre les deux électrodes par un fil de platine, sans pile interposée, pour voir apparaître l'hydrogène.

» 4. On peut soumettre la théorie précédente à un autre contrôle, en

---

(1) 1 élément plongé dans l'acide sulfurique étendu vaut 19^{Cal}. Cet élément est susceptible de polarisation, ce qui exige certaines précautions.

1 élément Daniell vaut 24^{Cal} à 26^{Cal}, suivant la concentration. Les miens valaient 24^{Cal},5.

1 zinc-cadmium vaut 8^{Cal},3, chaque métal plongé dans son propre sulfate.

employant le mercure comme électrode négative. On sait qu'on peut séparer ainsi le potassium sous forme d'amalgame. Mais j'ai vérifié que ceci n'a pas lieu avec la plus faible force électromotrice, susceptible d'électrolyser le sulfate de potasse. 6^{dlls} et même 4^{dlls} (98^{Cal}) fournissent un amalgame qui dégage de l'hydrogène au contact de l'acide chlorhydrique. Avec 3^{dlls} ($73^{Cal},5$), le phénomène est à sa limite et il faut quelque attention pour reconnaître l'apparition de rares bulles d'hydrogène, à la surface de séparation du mercure et de l'acide.

» Avec $2^{dlls} + 1$ Zn-Pt (68^{Cal}) on observe, quoique avec difficulté, l'électrolyse; mais le mercure ne contient plus de potassium.

» Cette force électromotrice est donc suffisante pour électrolyser le sulfate de potasse, mais sans former d'amalgame.

» Or les limites précédentes sont précisément celles que la théorie indique, pourvu que l'on tienne compte de la chaleur de formation de l'amalgame liquide ($+25_{Cal},7$ d'après mes mesures); cette quantité abaisse à $98 - 25,7 = 72^{Cal},3$ la valeur de la force électromotrice : or ce chiffre est compris entre 73,5 et 68. Ces résultats sont caractéristiques.

» 5. Les observations présentées dans l'une des dernières séances (p. 638), par M. Tommasi, sur la décomposition de l'eau acidulée par un seul couple voltaïque fondé sur l'action du zinc et l'acide sulfurique, s'expliquent de même, en faisant la somme exacte de toutes les énergies mises en jeu. Si l'hydrogène se dégage sur l'électrode négative, lorsque l'électrode positive est formée par un métal capable de s'unir à l'oxygène sous l'influence du courant, c'est à cause de l'énergie supplémentaire résultant de l'oxydation du métal et de l'union de l'oxyde formé avec les acides. Par exemple, le cuivre étant employé comme électrode positive, il s'oxyde et se change en sulfate, ce qui dégage $+ 28^{Cal},2$. Dès lors la décomposition de l'eau acidulée ne réclame plus que $+ 34^{Cal},5 - 28^{Cal},2 = + 6^{Cal},3$, quantité fort inférieure aux $+ 19^{Cal}$ dégagées par la dissolution du zinc dans l'acide sulfurique.

» Cette quantité est même inférieure à la force électromotrice d'un couple Zn-Cd ($8^{Cal},3$). J'ai vérifié en effet que ce couple suffit pour dégager de l'hydrogène avec une électrode positive de cuivre, aux dépens de l'eau acidulée.

» 6. Examinons d'autres sulfates. Soit le sulfate de magnésie, SO^4Mg. L'électrolyse exigera $- 90^{Cal},4$; $- 50^{Cal},0$; ou $- 34^{Cal},5$, selon qu'il se séparera du magnésium, de la magnésie et de l'acide sulfurique, en même

temps que l'hydrogène et l'oxygène, ou bien qu'il s'agira seulement de l'électrolyse de l'eau. En fait, on n'observe pas de gaz avec 2 Zn-Pt(38^{Cal}); ou 2^{dlls}(49^{Cal}); ou 2 Zn-Pt + 1 Cd-Zn (46^{Cal}); mais il y a électrolyse visible avec 3^{dlls}(73^{Cal}, 5); 3 Zn-Pt(57^{Cal}); 2^{dlls} + 1 Zn-Cd(57^{Cal}); 2 Zn-Pt + 2 Cd-Zn (54^{Cal}). La conclusion est la même que pour le sulfate de potasse.

» 7. Le sulfate de zinc, SO^4Zn, exigera pour son électrolyse — 53^{Cal}, 5; — 46^{Cal}, 2; — 34^{Cal}, 5; selon qu'il se formera du zinc, ou de l'oxyde de zinc et de l'hydrogène, ou de l'hydrogène seulement. En fait, on n'observe pas de gaz avec 2 Zn-Pt(38^{Cal}); ou 2^{dlls} (49^{Cal}); ou 2 Zn-Pt + 1 Cd-Zn (46^{Cal}); ou 1^{dll} + 1 Zn-Pt + 1 Cd-Zn (51^{Cal}, 5).

» Mais il y a formation d'oxygène et de zinc avec 3^{dlls}(73^{Cal}, 5), ou 3 Zn-Pt(57^{Cal}), ou 2^{dlls} + 2 Zn-Cd (65^{Cal}), et même 2^{dlls} + 1 Cd-Zn (57^{Cal}).

» Lorsque l'électrolyse a lieu, en observant avec attention, on voit d'abord quelques bulles d'hydrogène; mais ce dégagement cesse presque aussitôt. Sans nous y arrêter, nous remarquerons que l'électrolyse principale répond ici à la séparation du métal à un pôle, et à celle de l'acide sulfurique et de l'oxygène à l'autre; c'est-à-dire que le travail électrolytique comprend la séparation de l'acide et de la base, plus la décomposition de cette dernière en métal et oxygène. On remarquera la différence entre les forces électromotrices nécessaires pour décomposer l'acide sulfurique étendu (34^{Cal}, 5) et pour décomposer le sulfate de zinc (53^{Cal}, 5).

» En prenant pour électrode positive du cuivre, on observe la précipitation du zinc avec un seul daniell, résultat paradoxal, les deux réactions chimiques étant tout à fait identiques : mais la plus légère différence de concentration des liqueurs suffit à l'expliquer.

» 8. Le sulfate de cadmium, SO^4Cd, exigera — 45, 1, — 46, 4, ou — 34, 5, selon qu'il y aura séparation de métal, ou séparation d'acide, de base et d'hydrogène, ou simple électrolyse de l'eau. En fait, il n'y a pas d'électrolyse visible avec 1 Zn-Pt(19); 1^{dll}(24, 5); 2 Zn-Pt(38).

» On observe une réaction limite avec 2^{dlls} (49); 2 Zn-Pt + 1 Zn-Cd (46); et elle devient plus nette avec 2^{dlls} + 1 Cd-Zn (57); 3^{dlls} (73, 5); cette réaction produit de l'oxygène au pôle + et du cadmium au pôle —.

» 9. Le sulfate de cuivre, SO^4Cu, exigera — 28, 2; — 43, 7; — 34, 5, suivant l'hypothèse adoptée. En fait, il n'y a ni gaz, ni cuivre, avec 1 Zn-Pt (19); 1^{dll} (24, 5) ou 3 Cd-Zn; 1 Zn-Pt + 1 Cd-Zn (27).

» Il y a formation de cuivre et d'oxygène avec 2^{dlls}(49); 2 Zn-Pt(38); 1 Zn-Pt + 1 Cd-Zn (35); 1^{dll} + 1 Zn-Cd (32, 5).

» **10.** On le voit, ce qu'il convient d'établir dans chaque cas, c'est la chaîne réelle des réactions électrolytiques et la somme d'énergie nécessaire pour la mettre en branle. Quelques personnes ont pensé que la connaissance de cette dernière pouvait jeter un jour nouveau sur la question, depuis si longtemps pendante, de l'analogie entre les oxysels et les sels haloïdes; KCl étant par exemple assimilé à $K(SO^4)$. A première vue, les expériences précédentes sembleraient opposées à une telle comparaison, puisque la réaction produite par la plus petite force électromotrice donnée n'est pas suffisante pour que le sulfate de potasse donne lieu à la mise en liberté du potassium, cette force produisant de préférence la mise en liberté de la potasse. Pour discuter plus à fond la question, je vais rapporter des expériences relatives à l'électrolyse des dissolutions de chlorure, de bromure et d'iodure de potassium.

» **11.** La décomposition du chlorure de potassium dissous en chlore gazeux et potassium métallique, Cl + K, absorbe $-100,8$; mais, si le potassium se change en potasse et hydrogène aux dépens de l'eau, il en résulte un dégagement de $+82,3-34,5=+47,8$; si le chlore lui-même demeure dissous, condition dans laquelle il exerce diverses actions secondaires (formation d'oxygène, d'oxacides, de perchlorure d'hydrogène, etc.) susceptibles de dégager jusqu'à 5^{Cal} ou 6^{Cal}, cela porte vers 53^{Cal} à 54^{Cal} la chaleur dégagée par les actions secondaires. Par conséquent, la somme des énergies nécessaire à l'électrolyse est réduite vers 46^{Cal} à 47^{Cal}; chiffre qui serait susceptible d'être encore abaissé, si le platine des électrodes était attaqué.

» Il s'agit ici de décider entre les valeurs $100^{Cal},8$ et 46^{Cal}.

» En fait, je n'ai pas observé de gaz avec : $1^{dll}(24^{Cal},5)$; 2Zn-Pt (38^{Cal}); 1^{dll} + 2Zn-Cd $(40^{Cal},5)$; mais il y a un dégagement de gaz avec 3Zn-Pt (57^{Cal}); $2^{dlls}(49^{Cal})$; 1^{dll} + 3Zn-Cd (49^{Cal}); 2Zn-Pt + 1Cd-Zn (46^{Cal}).

» On voit par là que la chaîne électrolytique du chlorure de potassium n'exige pas la mise en liberté du potassium, mais qu'elle équivaut à la formation de la potasse et de l'acide chlorhydrique $(+13^{Cal},7)$, jointe à la décomposition [1] de ce dernier $(+33^{Cal})$, en tout $+46^{Cal},7$. Cette électrolyse est donc pareille à celle du sulfate de potasse.

---

[1] L'électrolyse de l'acide chlorhydrique étendu commence avec une force électromotrice voisine de 33^{Cal}, laquelle semble un peu moindre que celle qui décompose l'acide sul-

» 12. La force électromotrice nécessaire pour décomposer le bromure de potassium pur ([1]) a été trouvée voisine de 40^{Cal} : ce qui répond sensiblement à la décomposition en brome et potassium (91^{Cal}), diminuée de la régénération de la potasse ($47^{Cal},5$) et de la formation observable d'un perbromure (2 environ).

» 13. Avec le fluorure de potassium la limite a été trouvée un peu supérieure à 50; ce qui paraît répondre à la séparation de la potasse et de l'acide fluorhydrique (16, 5), jointe au dégagement de l'hydrogène et de l'oxygène de l'eau (34, 5), que ces deux gaz résultent d'ailleurs de la réaction primitive ou d'actions secondaires.

» 14. Venons à l'iodure de potassium : les chiffres sont ici d'autant plus concluants qu'ils sont fort différents de ceux du chlorure. 1Zn-Pt (19^{Cal}), ou 1^{dll} ($24^{Cal},5$) ne dégagent pas de gaz; mais 1Zn-Pt + 1Zn-Cd (27^{Cal}) développent de l'hydrogène et de l'iode. Or la séparation en K + I solide exigerait $-74^{Cal},7$; valeur que la transformation du potassium en potasse abaisse à -27^{Cal}; ce qui concorde avec l'expérience. Ce chiffre représente la somme de la décomposition du sel en potasse et acide iodhydrique ($13^{Cal},7$), et de celle du dernier acide en iode et hydrogène ($13^{Cal},2$).

» 15. On voit par là que l'électrolyse des sels haloïdes offre précisément les mêmes caractères que celle du sulfate de potasse. Dans un cas comme dans l'autre, la plus petite somme des énergies capable d'opérer la décomposition est fort inférieure à celle qu'exigerait la mise à nu préalable du métal alcalin. Elle équivaut à la séparation de l'acide et de la base, ajoutée soit à la séparation de l'oxygène et du métal aux dépens de la base, soit à la décomposition de l'eau acidulée.

» Quelle que soit la représentation schématique de l'électrolyse, que l'on admette la séparation virtuelle du sulfate de potasse en métal alcalin et oxysulfion (SO^4), ou bien celle du même sel en base et acide hydraté, susceptibles de fournir à leur tour l'oxygène et l'hydrogène constatés, le phénomène reste parallèle à l'électrolyse du chlorure et à celle de l'io-

---

furique étendu. Or ce chiffre répond à 39,3 — 6; soit 39,3 pour la séparation en hydrogène et chlore, et 6 pour les réactions secondaires du dernier élément.

([1]) La présence de l'iodure, même en petite quantité, abaisse la limite des forces électromotrices.

dure de potassium : la somme des énergies calculées est exactement de même dans les deux hypothèses.

» En général, la décomposition des électrolytes précédents s'opère dès que la plus petite somme des énergies nécessaires, c'est-à-dire prévue d'après les quantités de chaleur, est présente. Cette somme se calcule en tenant compte de toutes les réactions effectuées pendant le passage du courant, sans qu'il y ait lieu de distinguer, dans les cas que j'étudie ici, entre les réactions dites primitives et les réactions réputées secondaires.

» Je reviendrai sur cette question. »

CHIMIE. — *Sur les combustions opérées par le bioxyde d'azote.* Note de M. BERTHELOT.

« 1. Le bioxyde d'azote renferme plus de la moitié de son poids d'oxygène, et cet oxygène, fixé sur un corps combustible, dégage $+ 21600^{cal}$ de plus que l'oxygène libre : il semble donc que le bioxyde d'azote doive être un comburant plus actif que l'oxygène libre. Néanmoins cela n'arrive que dans des circonstances toutes spéciales : reconnues par les chimistes du commencement du XIX^e siècle, elles ont donné lieu à des expériences que l'on reproduit dans tous les Cours, mais dont l'interprétation n'a pas été faite jusqu'ici. J'ai repris cette étude, qui m'a paru jeter beaucoup de lumière sur le travail préliminaire qui précède les réactions et sur les équilibres relatifs multiples dont un système est susceptible.

» 2. Mettons en présence de l'oxygène libre deux gaz susceptibles de s'y combiner suivant les mêmes rapports de volume, le bioxyde d'azote et l'hydrogène, mélangés préalablement à volumes égaux, $AzO^2 + H^2 + O^2$: il se forme aussitôt du gaz hypoazotique, AzO^4, l'hydrogène étant respecté. Cette préférence se manifeste évidemment en raison de l'inégalité des températures initiales des deux réactions, le gaz hypoazotique se formant à froid, tandis que l'eau prend naissance seulement vers 500° à 600°.

» 3. Cependant, cette explication est moins décisive qu'il ne paraît, parce que la combinaison du bioxyde d'azote et de l'hydrogène dégage une grande quantité de chaleur ($+ 19000^{cal}$) : soit les $\frac{2}{3}$ de la chaleur de formation de l'eau gazeuse ($+ 29500^{cal}$) ; or cette chaleur devrait élever la température du système jusqu'au degré nécessaire pour combiner l'oxygène avec l'hydrogène. Pour mettre le phénomène en pleine évidence, j'ai

répété l'expérience en doublant le volume de l'oxygène, de façon que la proportion de cet élément pût suffire à la fois à la combustion de l'hydrogène et à celle du bioxyde d'azote : $AzO^2 + H^2 + O^4$.

» La réaction ne donne pas lieu davantage à la combustion de l'hydrogène, le gaz hypoazotique se formant seul, soit que l'on fasse arriver le bioxyde d'azote dans le mélange, fait à l'avance, d'oxygène et d'hydrogène; soit que l'on fasse arriver l'oxygène dans un mélange préalable d'hydrogène et de bioxyde d'azote. Or la température développée par cette formation serait de 927°, d'après un calcul fondé sur les chaleurs connues spécifiques des éléments, et en supposant celle du gaz hypoazotique égale à la somme des composants. Il paraît difficile d'expliquer ces faits, autrement qu'en supposant la température réelle beaucoup plus basse; c'est-à-dire en attribuant au gaz hypoazotique une chaleur spécifique supérieure à celle des éléments, conformément à ce qui arrive pour les chlorures de phosphore, d'arsenic, de silicium, d'étain, de titane, etc., dans l'état gazeux ([1]), et probablement croissante avec la température, comme pour l'acide carbonique.

» Il n'y a là d'ailleurs aucune propriété exceptionnelle du bioxyde d'azote pour empêcher les combustions; si la température d'inflammation d'un mélange d'oxygène et de gaz combustible, tel que l'oxygène et l'hydrogène phosphoré, est notablement plus basse, l'introduction de quelques bulles de bioxyde d'azote l'embrase aussitôt.

» 4. Lorsque les expériences faites sur un mélange d'hydrogène et de bioxyde d'azote sont exécutées sur le mercure, il survient une complication, qui répond à un nouveau partage de l'oxygène, le mercure intervenant comme troisième corps combustible, en formant des azotates et azotites basiques. La dose de l'oxygène absorbée devient presque double; mais l'hydrogène ne brûle pas davantage.

» 5. Ces faits étant admis, voyons ce qui arrive lorsqu'on essaye d'enflammer un mélange d'hydrogène et de bioxyde d'azote. Berthollet et H. Davy ont reconnu que cette inflammation n'a lieu, ni sous l'influence de l'étincelle électrique, ni sous l'influence d'un corps en combustion. Une allumette en combustion s'éteint au contraire dans le mélange gazeux. Si l'hydrogène de ce mélange s'enflamme quelquefois, c'est en dehors de l'éprouvette et aux dépens de l'oxygène de l'air. Cependant la flamme de l'allumette, ou le trait de feu de l'étincelle électrique, provo-

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 336 et 440.

quent au point échauffé la décomposition du bioxyde d'azote en ses éléments; car cette décomposition a lieu dès 500° à 550°, d'après mes essais (¹). Mais l'oxygène est pris à mesure par le surplus du bioxyde, sans s'unir pour une proportion notable à l'hydrogène, d'après ce qui vient d'être établi.

» 6. La réaction entre l'hydrogène et le bioxyde d'azote a lieu cependant, lorsqu'elle est provoquée par une série d'étincelles; mais peu à peu et sur place, comme je l'ai vérifié. En effet, le mélange de bioxyde d'azote et d'hydrogène à volumes égaux, $AzO^2 + O^2$, était réduit, au bout de dix minutes, à moitié, dans ces conditions. Au bout de quelques heures, le bioxyde d'azote avait disparu, mais il restait plusieurs centièmes d'hydrogène libre, et il s'était formé un sel basique, aux dépens du mercure sur lequel on opérait. Ceci prouve que l'oxygène mis à nu par les étincelles a été pris, pour quelque fraction, par le bioxyde d'azote, en formant du gaz hypoazotique, gaz dont la formation était très manifeste. Ce gaz hypoazotique est à son tour détruit en partie par l'hydrogène sous l'influence de l'étincelle; tandis qu'une autre portion oxyde le mercure, ce qui soustrait une partie de l'oxygène à la réaction ultérieure de l'hydrogène. Bref, la formation du gaz hypoazotique est intermédiaire entre la décomposition du bioxyde d'azote et l'oxydation d'une portion au moins de l'hydrogène.

» 1° $AzO^2 = Az + O^2$;

» 2° $AzO^2 + O^2 = AzO^4$;

» 3° $AzO^4 + 2H^2 = 2H^2O^2 + Az$.

» Pour que l'hydrogène s'oxyde régulièrement, ce n'est donc pas le bioxyde d'azote qu'il est nécessaire de décomposer, mais le gaz hypoazotique, composé très stable et dont la destruction exige une température excessivement élevée. C'est ce qui explique pourquoi la combustion provoquée par flamme ou par étincelles électriques ne se propage pas.

» 7. J'ai répété les mêmes expériences avec un mélange de bioxyde d'azote et d'oxyde de carbone : $AzO^2 + C^2O^2$.

» Ce mélange n'est pas davantage mis en combustion, d'après W. Henry, ni par une allumette enflammée qui s'y éteint, ni par quelques étincelles électriques. Mais j'ai observé qu'une série d'étincelles, prolongée pendant quelques heures, le décompose entièrement. La moitié seulement de l'oxyde de carbone environ est changée par là en acide carbonique, et la combustion se fait si mal qu'il se précipite un peu de carbone sur les fils de platine, comme si l'on opérait avec l'oxyde de carbone pur. Le surplus de l'oxy-

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 197.

gène du bioxyde d'azote a formé d'abord du gaz hypoazotique, puis des sels basiques de mercure. Ici encore, la température produite sur le trajet de feu de l'étincelle était suffisante pour brûler l'oxyde de carbone; mais tout autour du trait de feu la température baissait rapidement, jusqu'au degré où elle pouvait décomposer encore le bioxyde d'azote sans enflammer l'oxyde de carbone : l'oxygène formé aux dépens du premier composé formait ainsi avec le surplus du gaz hypoazotique.

» 8. On remarquera le contraste de cette expérience avec la combustion subite de l'oxyde de carbone produit par le fulminate de mercure, éclatant au sein du bioxyde d'azote (ce Volume, p. 617). C'est que ce dernier agent met à nu, du premier coup, tout l'oxygène du bioxyde, sans passer par l'état de gaz hypoazotique.

» 9. Examinons de plus près la liste des gaz et autres corps susceptibles de brûler directement aux dépens du bioxyde d'azote, par simple inflammation, ou par explosion électrique, et cherchons les causes de la différence qui existe entre la réaction de ces corps et celle de ceux qui ne brûlent point immédiatement. Ne s'enflamment point :

» Le bioxyde d'azote et l'hydrogène, à volumes égaux, $AzO^2 + H^2$;

» Le bioxyde d'azote mêlé de même d'oxyde de carbone, $AzO^2 + C^2O^2$;

» Le bioxyde d'azote mêlé de formène, $4AzO^2 + C^2H^4$;

» Le bioxyde d'azote mêlé de formène chloré, $3AzO^2 + C^2H^3Cl$;

» Et même le bioxyde d'azote mêlé d'éther méthylique,

$$6AzO^2 + (C^2H^2)^2H^2O^2.$$

» La combustion de ces mélanges n'a lieu, ni au contact d'une flamme, ni sous l'influence des étincelles électriques. Cette absence de combustion est surtout remarquable avec l'éther méthylique, lequel prend la même dose d'oxygène et dégage à peu près la même quantité de chaleur que l'éthylène, gaz qui brûle au contraire aux dépens du bioxyde d'azote : les deux mélanges occupent le même volume. Je rappellerai encore que le soufre simplement enflammé s'éteint dans le bioxyde d'azote.

» 10. Au contraire, le contact d'une allumette enflamme les mélanges suivants, toujours formés suivant les rapports de volume équivalents :

» Le bioxyde d'azote mélangé de cyanogène : $4AzO^2 + C^4Az^2$.

» Le bioxyde d'azote mélangé d'acétylène : $5AzO^2 + C^4H^2$.

» Le bioxyde d'azote mélangé d'éthylène : $6AzO^2 + C^4H^4$.

» Ces combustions, provoquées par une flamme dans une éprouvette, sont

graduelles, progressives et ne donnent lieu qu'à des explosions presque nulles, comme celle de l'oxyde de carbone par l'oxygène.

» Lorsqu'on les provoque au moyen d'une forte étincelle électrique, elles ont lieu également, et même avec une violence singulière : ce qui montre la différence du mode de propagation de l'action chimique.

» Je rappellerai ici que le phosphore brûle avec vivacité dans le bioxyde d'azote; qu'il en est de même du charbon, s'il a été mis à l'avance en pleine incandescence, et que le sulfure de carbone brûle aussi dans ce gaz avec une grande vivacité; ce sont des expériences classiques.

» **11.** La cause principale de ces diversités est facile à assigner : c'est la différence entre les températures développées par les corps combustibles, brûlant aux dépens du bioxyde d'azote.

» Le calcul théorique de ces températures peut être fait, en admettant, comme à l'ordinaire, que la chaleur spécifique d'un gaz composé est égale à la somme de ses éléments, et que chacun de ceux-ci, sous le poids moléculaire, possède la même chaleur spécifique que l'hydrogène, soit 6,8 pour $H^2 = 2^{gr}$. Les températures ainsi calculées ne sont certes pas les températures véritables; mais on peut admettre que l'ordre des grandeurs relatives est le même, et cela suffit pour nos comparaisons.

Mélanges qui ne s'enflamment pas (températures de combustion théoriques).

$AzO^2 + H^2$ (l'eau gazeuse)	5900°
$AzO^2 + C^2O^2$	6600
$3AzO^2 + C^2H^3Cl$ (eau gazeuse)	5700
$4AzO^2 + C^2H^4$ (eau gazeuse)	6300
$6AzO^2 + (C^2H^2)^2H^2O^2$ (eau gazeuse)	6000
$2AzO^2 + S^2$ pris vers 15°	6600

Mélanges qui s'enflamment.

$4AzO^2 + C^4Az^2$	8500
$5AzO^2 + C^4H^2$ (eau gazeuse)	8700
$6AzO^2 + C^4H^4$ (eau gazeuse)	7400
$6AzO^2 + C^2S^4$	7500
$2AzO^2 + C^2$	8200
$5AzO^2 + P^2$	10200
$4AzO^2 + PH^3$	8400
$2AzO^2 + S^2$ chauffés à l'avance vers 450°	7050

» On remarquera que la température théorique de combustion du soufre, pris vers 15°, par le bioxyde d'azote (6600°) est très voisine de la limite. Si le soufre est contenu dans un vase échauffé, et maintenu lui-même à une

température voisine de 450° par son ébullition, le bioxyde d'azote étant porté au contact du vase vers la même température, de façon à surélever d'autant la température de combustion du mélange (voir *Essai de Méc. chim.*, t. I, p. 331), le soufre doit brûler dans le bioxyde d'azote. C'est ce qu'on observe, comme on sait, en opérant avec le soufre placé dans un petit creuset chauffé préalablement vers le rouge.

» Les températures de combustion ainsi calculées sont en général voisines de celles que l'on calculerait en employant l'oxygène libre ; l'excès de chaleur produit par la décomposition du bioxyde d'azote étant compensé par la nécessité d'échauffer l'azote. Tous ces chiffres, je le répète, n'expriment pas des valeurs absolues; mais il est permis de les regarder comme marquant l'ordre relatif des températures de combustion.

» 12. Ce tableau, ainsi entendu, montre que la propriété de brûler aux dépens du bioxyde d'azote, sous l'influence d'une flamme ou d'une étincelle électrique, dépend surtout de la température développée. La comparaison de l'éthylène avec l'éther méthylique est surtout décisive à cet égard, car les rapports de volume, entre le gaz combustible et le gaz comburant sont exactement les mêmes, et les chaleurs dégagées (451,1 et 443,8) ne diffèrent pas sensiblement; mais l'éther méthylique renferme en plus les éléments de l'eau, ce qui abaisse la température de combustion.

» En résumé, parmi les corps compris dans le tableau, aucun de ceux qui développent une température théorique inférieure à 7000° ne s'enflamme; tandis que tous les corps qui développent une température supérieure brûlent ou détonent. Il est probable que cette circonstance est liée avec la formation préalable du gaz hypoazotique aux dépens du bioxyde d'azote (*voir* plus haut), et par suite avec la nécessité d'une très haute température pour régénérer aux dépens du gaz hypoazotique l'oxygène indispensable aux combustions.

» 13. Au lieu de détruire le gaz hypoazotique par l'échauffement à une température excessivement élevée, on peut le décomposer par une réaction chimique à une température plus basse, ce qui abaissera la limite théorique de la température de combustion.

» C'est précisément ce qui arrive au gaz ammoniac. Ce gaz, en effet, mêlé de bioxyde d'azote, $3AzO^2 + 2AzH^3$, s'enflamme au contact d'une allumette, et détone, d'après W. Henry, sous l'influence de l'étincelle électrique. La température théorique de combustion du mélange (5200°) est cependant moindre que toutes les précédentes. Mais aussi le gaz hypoazotique réagit même à froid sur le gaz ammoniac, et la réaction se développe plus simple-

ment encore par l'introduction de l'oxygène dans un mélange de bioxyde d'azote et de gaz ammoniac. A froid, elle produit à la fois de l'azote et de l'azotite d'ammoniaque (¹), lequel, à une plus haute température, se résout en azote et eau : on obtient donc en définitive

$$AzO^2 + O + AzH^3 = Az^2 + 3HO, \text{ dégage (eau gazeuse)} \ldots\ldots + 98{,}000^{cal}$$

Toute parcelle de bioxyde d'azote détruite par l'étincelle, avec formation d'oxygène libre, détermine donc une nouvelle réaction, qui dégage de la chaleur et propage aisément la combustion du système; ce qui n'a pas lieu pour les gaz qui n'exercent pas de réaction spéciale sur le gaz hypoazotique. »

MINÉRALOGIE. — *Expériences synthétiques relatives à la reproduction artificielle des météorites.* Note de MM. **F. Fouqué** et **Michel Lévy**.

« En employant le mode opératoire de fusion ignée qui nous a déjà servi dans d'autres expériences de synthèse minérale, nous sommes arrivés à reproduire deux types d'associations cristallines qui, par leur composition minéralogique et par les principaux traits de leur structure, sont analogues, sinon identiques, à certaines météorites oligosidères.

» Le premier type de ces produits artificiels comprend des associations dépourvues de feldspath et exclusivement composées de silice, de magnésie et de fer. Le second comprend des produits feldspathiques analogues à l'*eukrite* et à la *howardite*.

» Les météorites artificielles dépourvues de feldspath contiennent du péridot, de l'enstatite, du fer oxydulé et un pyroxène exclusivement magnésien. Tous ces minéraux, obtenus à haute température par un recuit prolongé, présentent des formes raccourcies, et leur association possède une structure franchement granitoïde.

» Les météorites artificielles feldspathiques contiennent de l'anorthite associée à du pyroxène et à de l'enstatite (eukrite), ou à du péridot (howardite). Leur structure rappelle celle des ophites; l'anorthite en microlithes est moulé par les silicates magnésiens en grandes plages qui l'accompagnent,

» Le fer oxydulé est tantôt en cristaux isolés, tantôt en amas distribués dans les interstices des autres minéraux. Pour le transformer en fer métallique, il suffit d'exposer les culots obtenus à l'action du gaz d'éclai-

(¹) Voir mes observations, *Ann. de Ch. et de Phys.*, 5ᵉ série, t. VI, p. 208.

rage, au rouge sombre, pendant environ deux heures. L'oxyde se trouve ainsi réduit et le fer métallique qui prend naissance, loin de se montrer en granules résultant de la fusion, est en filaments et en amas irréguliers paraissant mouler les silicates qui lui sont associés. Une dissolution de sulfate de cuivre met aisément cette disposition en évidence.

» Le pyroxène exclusivement magnésien est identique à celui qui a été obtenu artificiellement par Ebelmen et décrit par lui sous le nom de *diopside magnésien*. Il est remarquable par les macles multiples parallèles à h^1, qui lui donnent au microscope entre les nicols croisés une certaine ressemblance avec les feldspaths tricliniques. Les cristaux couchés sur g^1, loin de présenter des extinctions longitudinales comme l'enstatite, s'éteignent sous un angle de 28°. Nous avons pu constater la présence de ce pyroxène dans les météorites naturelles de Rittersgrün et de Kragujewatz.

» En somme, il existe la plus grande ressemblance entre les météorites et les produits artificiels similaires. La seule différence notable résulte de l'état bréchoïde habituel des météorites, qui contraste avec l'état de solidification tranquille des associations artificielles correspondantes. Mais cette différence ne peut être considérée comme établissant une démarcation tranchée entre ces deux ordres de produits, puisque, d'une part, dans les météorites, on rencontre des parties qui ne sont pas bréchiformes, et, d'autre part, dans les roches terrestres d'origine ignée, formées par le même mécanisme que nos produits artificiels, on rencontre accidentellement des brèches microscopiques dues à des actions mécaniques postérieures à la consolidation.

» La fréquence du phénomène dans les météorites peut être rapportée soit à un mouvement explosif qui les aurait dispersées dans l'espace, soit à leur formation par voie d'agglutination à haute température, soit à l'énorme pression qu'elles subissent en traversant l'atmosphère terrestre.

» L'assimilation entre les météorites et les roches de fusion ignée est d'ailleurs justifiée par l'exemple du basalte à fer natif d'Ovifak, qui, jusqu'en ces dernières années, a été considéré comme une météorite, et qui pourtant n'est qu'une véritable roche volcanique terrestre, comme l'ont démontré les observations géologiques. »

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète f 1881 (Denning), faite à l'Observatoire de Marseille, à l'aide du télescope Foucault, de* $0^m,80$ *d'ouverture;* par M. **Stéphan**.

Date. 1881.	Heure de l'observation (temps moyen de Marseille.)	Ascension droite de la comète.	Distance polaire de la comète.	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.
1108, 3....	$17^h7^m43^s$	$10^h21^m39^s,77$	$75°22'45'',0$	$-\bar{1},4103$	$-0,6587$

» La comète est très faible; cependant on y discerne une légère condensation vers la tête.

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1881,0.

Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
385 Weisse (*a. c.*) H. X / 445 Weisse (*n. c.*) H. X	$10^h23^m26^s,16$	$75°14'47'',4$	$\frac{1}{2}(W_1 + W_2)$

HYDRAULIQUE. — *Solution de deux questions d'Hydraulique maritime.* Note de M. **Al. Cialdi**. (Extrait.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie la solution de deux questions d'Hydraulique maritime qui ont, pendant bien des années, partagé en deux camps les ingénieurs italiens. L'une de ces questions est relative à la puissance qui règle les ensablements des rives et des ports; l'autre, à la méthode suivie par les anciens Romains dans la construction des môles, pour préserver les ports des atterrissements.

» I. En 1684, l'astronome Montanari, ayant étudié le courant qui longe les rivages de la mer Adriatique, fonda la théorie des *ensablements* qui porte son nom et qui a eu de nombreux partisans. A cette théorie, on en a opposé une autre, dite du *flot courant*, ou du *mouvement ondoyant*.

» Personne n'a mieux exposé cette question que ne l'a fait de Tessan, dans son Rapport, lu à cette Académie le 11 juin 1866, sur mon ouvrage intitulé *Du mouvement ondoyant de la mer et de ses courants, spécialement de ceux du littoral*. Voici un passage de ce Rapport :

« On sait que les ingénieurs des travaux hydrauliques à la mer ont, en Italie, à lutter incessamment contre une difficulté sans cesse renaissante : l'envahissement des ports par

les vases et les sables, et la formation de bancs à l'embouchure des cours d'eau qu'ils obstruent, au double détriment de la navigation et de l'écoulemeut des eaux douces.

» L'explication de ces atterrissements fâcheux a donné lieu, depuis longtemps, à deux théories bien distinctes : la première, la plus généralement adoptée en Italie avant les publications de M. Cialdi, les fait dépendre du courant littoral qui longe à petite distance les côtes de la Méditerranée, de gauche à droite pour un observateur placé à terre et regardant la mer; les vagues, dans cette théorie, n'ayant d'autre effet que de mettre en suspension dans l'eau les matériaux qui constituent le fond de la mer près des côtes, et de les livrer ainsi à l'action du courant littoral qui, seul, les transporterait et les déposerait au lieu où ils s'accumulent.

» L'autre théorie, celle que soutient M. Cialdi, et dont il a mis la vérité en complète évidence dans son excellent Ouvrage, fait dépendre ces atterrissements du transport vers le rivage, et du dépôt, opéré par les vagues elles-mêmes, des matériaux qu'elles ont soulevés du fond de la mer, le courant littoral ne jouant qu'un rôle très-secondaire ou même insignifiant dans ce transport et ce dépôt.

» Ces deux théories rivales, qui ont compté parmi leurs partisans les savants les plus distingués de l'Italie, ont donné lieu à de très vives discussions, et M. Cialdi n'a pas été l'un des moins ardents dans ces débats scientifiques.

» Le vif désir d'établir sur une base inébranlable, sur des faits positifs, la vérité de la théorie qu'il avait embrassée, a conduit cet infatigable chercheur à compulser tous les Ouvrages écrits, soit en italien, soit en français, soit en anglais, et traitant de l'action des vagues et des courants sur les côtes, et, par une suite toute naturelle, à consulter tous les Ouvrages écrits en ces trois langues, et contenant des vues sur la constitution intime des ondes liquides et des vagues de la mer au large et près des côtes. De plus, il a profité de plusieurs voyages qu'il a faits en Italie, en France et en Angleterre, pour se mettre en relation avec les savants et les ingénieurs qui s'occupent de ces difficiles questions, et pour recueillir leurs opinions.

» C'est ainsi que, par vingt-cinq années de recherches assidues, M. Cialdi est parvenu à rassembler un nombre immense de faits et d'opinions, dont l'ensemble, joint à ses propres observations, faites dans le cours de ces longues navigations et dans ses explorations sur les côtes, constitue le fond de son utile Traité.

» On se fera une juste idée de l'étendue de ces recherches, quand on saura que plus de cinq cents auteurs, parmi lesquels on compte trente-cinq membres de cette Académie sont cités dans cet important travail. »

» Enfin, à la réunion du troisième Congrès des architectes et ingénieurs italiens, tenu à Naples dans le mois de septembre 1879, on vota à l'unanimité un ordre du jour, admettant complètement « la doctrine soutenue par *M. Cialdi* », c'est-à-dire celle du mouvement ondoyant ([1]). C'est ce verdict qui a confirmé définitivement la solution de la première question.

([1]) De Santis (P.-E.), ingénieur des Ponts et Chaussées : *Riassunto dei lavori della Sezione idraulica del 3° Congresso degli Ingegneri ed Architetti italiani* (*Giornale del Genio civile*. Roma, 1880, p. 49).

» II. Quant à la seconde question, celle de la méthode suivie par les anciens Romains dans la formation de leurs môles, voici l'historique de la controverse dont elle a été l'objet.

» M. Julien de Fazio, dès l'année 1813, proposa de revenir à la méthode romaine, c'est-à-dire à la construction des môles à piles et arceaux. Les trois premiers Mémoires qu'il a publiés, de 1814 à 1828, ont été traduits, au moins en partie, par M. J.-J. Lemoyne, ingénieur des Ponts et Chaussées, dans un article « Sur le meilleur système de construction des ponts [1] ». Voici un extrait de cette traduction :

« Les restes des môles antiques des ports de Pouzzole, de Misène, de Nisita et de plusieurs autres ports hors du royaume de Naples, nous présentent tous invariablement la répétition d'une série de piles, isolées maintenant par l'injure du temps, mais primitivement réunies par des arceaux très surbaissés, ayant leur naissance au niveau des basses mers. Tous ces môles antiques étaient donc construits dans le même système, preuve certaine que ce genre de construction était reconnu le meilleur. »

» Dans une conférence faite à Rome, le 24 avril 1878, à la Société des ingénieurs et architectes, M. G. Malaspina donna lecture d'un savant Mémoire « Sur le port de Nisita considéré par rapport à l'architecture des anciens ports des Romains ». Après cette lecture, l'auteur me pria de vouloir bien exprimer mon opinion.

» Voici quelle fut ma réponse, au moins en substance. Parmi les préceptes que les Romains nous ont laissés, il y a celui d'empêcher l'entassement des matériaux nuisibles dans l'intérieur des ports, ce qui peut leur avoir suggéré l'idée des môles à piles et arceaux, pour le libre passage des eaux troubles. L'histoire et les restes d'anciens monuments nous montrent, à n'en pouvoir douter, que ce système de construction a été en usage chez les anciens. Mais je montrerai plus loin que, dans le port de Trajan, à Civita-Vecchia, le môle du côté du vent n'a jamais eu d'ouvertures; les arceaux n'ont été employés que dans le môle sous le vent. C'est là le modèle auquel je me suis arrêté pour les ports à bassin.

» Les nombreuses ouvertures que l'on doit nécessairement pratiquer dans un môle du côté du vent, pour atteindre le but proposé, ne peuvent manquer, à mon sens, de produire deux inconvénients fort graves pour un port proprement dit. L'un est d'exposer les navires amarrés le long des quais à être fort incommodés par l'agitation de l'eau, et encore plus pen-

---

[1] *Annales des Ponts et Chaussées*, années 1832, 1837 et 1839.

dant leurs opérations commerciales ; l'autre, de permettre aux matériaux obstruants d'entrer et de se déposer dans le bassin ; car je ne puis admettre que les vagues qui les ont introduits, par les ouvertures du côté du vent, conservent assez de force pour continuer à pousser ces matériaux, en leur faisant franchir toute la largeur du bassin du port, et pour les forcer à sortir par les ouvertures du côté opposé.

» Cependant il y a des ports bâtis par les anciens, qui ont les môles du côté du vent construits à claire-voie. Mais ces exemples nous sont offerts par des localités qui ne sont pas exposées à la mer ouverte. Celui de Nisita est l'un des plus remarquables en ce genre ; ses môles, même pendant l'époque romaine, se trouvaient à l'intérieur de l'île, là où la mer n'a pas une grande étendue, ni devant le port, ni à gauche, ni à droite.

» Le port de Misène n'avait qu'un seul môle à piles et arceaux ; mais ce môle ne servait certainement pas à l'amarrage des navires pendant les gros temps. Si le port de Misène fut appelé « beau et profond » par Denis d'Halicarnasse, et, plus anciennement, *tranquillum tegmen* par Lycophrone, il ne le dut pas à son môle bâti sur des piles, quoiqu'il fût double, c'est-à-dire composé de piles rangées sur deux files parallèles, disposées de manière que les vides de la file extérieure correspondaient aux pleins de la file intérieure, mais bien à ses trois magnifiques bassins.

» Enfin, une circonstance favorable m'a procuré récemment le moyen de prouver que le môle du côté du vent du port de Civita-Vecchia n'a jamais été construit à claire-voie. Dans le courant de l'année 1880, on exécuta les travaux nécessaires pour abaisser de 1^{m}, en moyenne, la partie supérieure du môle du côté du vent dans le port de Trajan, afin de prolonger le chemin de fer jusqu'à l'extrémité du musoir. A la fin du mois d'août, nous fîmes relever la mesure dont on avait abaissé l'ancien môle. Il en résulta que l'abaissement, arrivé jusqu'à $1^{m},20$ au-dessus du niveau de la mer, n'avait montré aucun indice d'ouvertures, sur toute la longueur du môle, même dans les points où l'abaissement avait été porté jusqu'à $0^{m},80$ au-dessus de l'eau pour y enfoncer les colonnes d'amarre, ou jusqu'à $0^{m},70$ pour y encaisser les petits escaliers.

» Au contraire, dans le môle qui se trouve sous le vent, et qui est construit à claire-voie, les clefs des arceaux sont élevées de $1^{m},50$ au-dessus du niveau de la mer.

» Il résulte d'ailleurs de la description donnée par Pline le Jeune, lorsqu'il fut appelé sur les lieux par l'empereur Trajan, que des pierres très volumineuses, amenées sur place par de grandes barques, furent

jetées pêle-mêle dans l'eau jusqu'à ce que le sommet de l'enrochement surpassât le niveau de l'eau, précisément comme cela se pratique de nos jours lorsqu'on bâtit des môles non percés. (*Epist.* **31**, lib. VI).

» En terminant, je rappellerai que, malgré les conditions favorables dans lesquelles se trouve le port de Nisita, grâce à la petite étendue de la mer au fond du golfe de Naples, M. Majuri a jugé d'abord opportun de faire fermer huit ouvertures, parmi les douze existant dans le nouveau môle construit par M. de Fazio. Cependant, l'effet n'a pas été suffisant, comme le montre une publication officielle récente, qui m'a été transmise par S. Exc. le Ministre des Travaux publics. J'y trouve le passage suivant :

« Pour ce port, nous notons seulement que l'expérience continuée pendant trois années (1878 à 1880), a démontré *la nécessité* de fermer *toutes* les ouvertures existant dans le môle oriental (c'est-à-dire du côté du vent), afin d'avoir les eaux tranquilles.....(1). »

» De tous ces faits, je conclus que les môles du côté du vent construits à claire-voie, même lorsque les ouvertures y sont en petit nombre et que la mer autour du port est peu étendue, n'ont jamais pu assurer la tranquillité des eaux. Dès lors, les môles à piles et arceaux, qui se trouvent du côté du vent dans les ports de Nisita et de Misène, ne peuvent avoir eu d'autre but que celui de diminuer les effets des vagues sur les navires entrant dans le port, et non d'offrir un abri sûr, tel qu'il est nécessaire pour un port proprement dit. »

HYDROLOGIE. — *Sur la comparaison des eaux de l'Isère et de celles de la Durance, sous les rapports hydrographiques et agronomiques.* Note de M. P. DE GASPARIN.

« Je trouve, dans les *Comptes rendus* de la séance du 24 octobre, une Note de M. Aristide Dumont, contenant ces deux assertions :

» 1° Autant les eaux de la Durance sont bonnes pour l'irrigation, autant celles de l'Isère sont nuisibles.

» 2° A la rigueur, on pourrait tolérer un mélange d'eau du Rhône et d'eau de l'Isère, dans la proportion naturelle de ce mélange à l'aval du confluent; encore ce mélange ferait-il disparaître en grande partie l'utilité d'une dérivation.

---

(1) *Cenni monografici sui singoli servizi dipendenti dal Ministero dei Lavori publici per gli anni* 1878, 1879, 1880. Roma, 1881, p. 338.

» Ces deux assertions sont expressément la rectification, au point de vue de M. Dumont, d'une étude personnelle que j'avais présentée à l'Académie. J'ai donc le devoir de montrer à l'Académie que je n'avance rien légèrement devant elle. Cette démonstration pourra, du reste, faciliter l'étude d'une question pour laquelle elle a cru devoir nommer une Commission spéciale.

» J'ai cherché vainement, dans la Note de M. Dumont, la trace de ses études personnelles, qui ont dû être très considérables et qui doivent être très intéressantes, puisque, pendant une longue suite d'années, il a étudié cette question sous toutes ses faces, et pour conclusion a présenté des projets de dérivation qui contenaient l'eau de l'Isère et celle du Rhône, non pas dans cette proportion naturelle des cours d'eau réunis, déjà si douteuse, mais avec une énorme prépondérance des eaux de l'Isère, ce qui devait, dans l'opinion émise aujourd'hui par M. Dumont, ôter à la dérivation toute son utilité. Au commencement de cette année 1881, les projets de M. Dumont étaient encore acceptés par la Commission d'enquête de la Drôme, où les riverains de l'Isère n'ont pas dû trouver le mélange aussi mauvais qu'il le pense aujourd'hui.

» Si donc j'avais pensé qu'il fût convenable de présenter à l'Académie, sur une pareille question, une démonstration reposant sur des témoignages indirects, sur ce qu'on appelle *des autorités*, l'autorité de M. Dumont serait la première que j'aurais invoquée pour prouver l'innocence des eaux de l'Isère. Mais je respecte trop l'Académie pour lui donner des travaux de seconde main, et je ne les citerais devant elle que pour les discuter, dans le cas où je me trouverais en contradiction avec des savants justement accrédités. J'ai donc établi, par mes analyses, sinon l'identité absolue, au moins la parenté très rapprochée des eaux de l'Isère et de celles de la Durance. Quoi qu'allègue M. Dumont, dans une énumération qui confond un peu les matières en suspension et les matières en dissolution dans les aux de l'Isère, les chlorures de sodium, les sulfates de chaux et de magnésie se rencontrent en dissolution dans la même proportion dans les eaux des deux rivières, et la Durance devrait être aussi impropre à l'irrigation que l'Isère, si c'est à ces sels que cette dernière devrait d'être malfaisante, comme l'articule M. Dumont.

» En résumé, la Note de M. Dumont se réduit à ces termes, qui méritent examen : il se trouve, dans l'Isère, des matières en suspension qui s'opposent à leur emploi pour l'arrosage de la végétation herbacée, parce que leur dépôt sur les organes foliacés est nuisible, à cause de leur couleur noirâtre, et ces limons ne se déposent pas, même par le repos.

» A ce propos, M. Dumont cite une page très intéressante de M. Montrond, établissant le danger de l'emploi des eaux de l'Isère pour l'irrigation dans le thalweg de la vallée, sur les alluvions même de la rivière. Tous ceux qui, comme M. Montrond, M. Cuiset et votre correspondant lui-même, ont examiné de près les cultures du Grésivaudan, ont la même opinion. L'Isère, en raison du volume de ses eaux, de son encaissement et de sa pente, charrie constamment, par hautes et basses eaux, une quantité considérable de limon, et il est impossible de porter ses eaux, par inondation, dans des cultures herbacées. De plus, l'encaissement de l'Isère relève son niveau au-dessus du fond de la vallée, en sorte qu'on songe plus à débarrasser le thalweg des eaux qu'à en mettre, sinon pour opérer des colmatages dont la mise en valeur demande du temps dans la vallée de l'Isère, comme dans la vallée de la Durance, ce qui n'empêche pas que, dans l'une comme dans l'autre, il n'en résulte des sols arables de première qualité.

» Mais ces matières en suspension persistent-elles malgré la diminution de vitesse et le repos? Nullement. J'oppose à l'assertion de M. Dumont des épreuves positives : elles contiennent plus de 50 pour 100 de sable; elles sont lourdes et leur dépôt est très rapide; il ne reste *absolument rien* par le repos, et la diminution de la pente ne laisse subsister qu'un louche d'une innocence parfaite.

» J'ai d'ailleurs consulté des travaux positifs, de savants autorisés, et je crois pouvoir assurer à l'Académie que plus on sortira des affirmations sans preuve, plus on prendra corps à corps, par des études sérieuses, la question posée devant elle, plus elle verra se confirmer les conséquences de l'étude que je lui ai soumise. J'appelle de tous mes vœux ces travaux analytiques, qui me paraissent réclamés par l'importance des intérêts agités. »

RAPPORTS.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Léauté, *relatif aux transmissions télédynamiques.*

(Commissaires : MM. Bertrand, Bresse, Phillips, Roland et Resal, rapporteur.)

« La transformation de deux mouvements de rotation, autour d'axes parallèles, ne peut s'effectuer, au moyen d'une courroie, que si l'effort à transmettre ne dépasse pas une certaine limite, ou si, cet effort étant même faible, la distance des axes est suffisamment restreinte. En effet, d'une

part, la largeur d'une courroie et, par suite, sa résistance, sont limitées; de l'autre, son élasticité donne lieu à des oscillations ou à des variations de vitesse qui augmentent avec la distance des axes et qui rendent la transmission trop irrégulière, sinon impossible, à partir d'une certaine valeur de la portée.

» En 1850, M. Hirn, tout en conservant à la transmission son caractère, a eu l'idée d'en étendre les applications, en substituant aux courroies des câbles métalliques avec âme en chanvre, dits *télédynamiques*, qui sont moins altérables, plus résistants, moins élastiques quoique suffisamment souples. De grandes difficultés pratiques se sont présentées au début; mais on est arrivé à les surmonter complètement. Depuis plus de quinze ans, les transmissions télédynamiques sont devenues d'un usage courant, comme on peut le constater en visitant Bellegarde, la Haute-Alsace, Fribourg (Suisse), Schaffouse, etc.

» Les formules admises pour les courroies ne sont pas applicables aux câbles, et celles que l'on a cherché à leur substituer sont insuffisantes, en ce sens qu'elles laissent subsister une indétermination que la solution du problème ne comporte pas. A la vérité, cette indétermination ne disparaît, pour les courroies, que parce que l'on fait intervenir une hypothèse, due à Poncelet, basée sur ce que la tension peut être considérée comme constante dans chacun des brins. Mais ce n'est pas là le cas des câbles télédynamiques, où la pesanteur et l'inertie jouent un rôle très important.

» L'insuffisance des théories actuelles tient à ce que l'on néglige, en vue d'éviter de grandes difficultés analytiques : 1° l'inertie du câble; 2° l'allongement permanent qu'il subit par l'usage; 3° les variations dans sa longueur dues à l'influence de l'humidité et des changements de température, variations qui peuvent atteindre une importance très notable; 4° les variations de l'effort transmis, causes principales des irrégularités dans le fonctionnement de la transmission.

» M. Léauté, en tenant compte de tous ces éléments, a traité complètement la question des transmissions télédynamiques dans le Mémoire qu'il a présenté à l'Académie (séance du 25 avril 1881), et qui fait l'objet de ce Rapport.

» L'auteur pose d'abord les équations générales du mouvement d'une corde inextensible en coordonnées rectangulaires; de ces équations, et de celle qui résulte de la considération des forces estimées suivant la tangente, il déduit un théorème que l'on peut énoncer comme il suit : *Lorsqu'une corde inextensible, mise en mouvement dans l'espace par des forces*

indépendantes du temps, conserve une figure permanente, la vitesse commune à tous ses points est indépendante du temps; la forme qu'elle prend est la même que la forme d'équilibre au repos sous l'action des mêmes forces et ne dépend pas, par suite, de la grandeur de la vitesse d'entraînement.

» Cet état permanent correspond, pour les câbles, à un mouvement parfaitement régulier, c'est-à-dire à un effort à vaincre rigoureusement constant; le mouvement réel se compose du mouvement moyen et d'un mouvement oscillatoire par rapport à la figure permanente.

» Aussi, le mouvement permanent une fois étudié, M. Léauté le prend-il pour terme de comparaison du mouvement réel qui ne peut s'en écarter que d'une petite quantité. Il est ainsi conduit à la considération de quatre équations linéaires. Il rapporte alors le mouvement oscillatoire d'un point de la corde au point correspondant de la figure permanente mobile pris pour origine et à trois axes rectangulaires qui sont la tangente, la normale et la binormale à cette figure, axes dont l'orientation varie à chaque instant; il arrive ainsi à des équations relativement simples et dont la forme explicite lui permet de faire certaines remarques intéressantes, mais que nous ne pouvons reproduire ici. Cette partie du travail de M. Léauté n'est pas l'une des moins importantes.

» Après avoir établi, sans restrictions et dans le cas le plus général, ses formules fondamentales, M. Léauté étudie d'une manière spéciale le cas d'une corde uniquement soumise à l'action de la pesanteur, c'est-à-dire celui des transmissions télédynamiques. Il se propose de déterminer le rapport qui existe entre l'accroissement de tension produit par un déplacement relatif des extrémités du câble et ce déplacement, rapport auquel il a donné le nom de *coefficient de régularité*.

» C'est là, en effet, l'élément principal à considérer au point de vue du fonctionnement de la transmission; car c'est de la grandeur de ce rapport que dépend la manière dont le câble, et par suite la transmission tout entière, se comportent sous l'action des irrégularités du travail résistant. Mais la solution présente une difficulté considérable, que l'auteur est parvenu à surmonter par un artifice spécial sur lequel il est utile d'insister, le procédé employé pouvant s'appliquer à d'autres questions de la Mécanique appliquée.

» La méthode ordinaire conduirait à des intégrations très difficiles, et à un résultat compliqué de termes périodiques que l'on n'a pas à considérer, puisque, dans l'expression cherchée de la tension, la seule partie utile est la partie moyenne. Les calculs seraient d'ailleurs d'autant plus pénibles

que les premiers termes qui apparaissent par ordre de grandeur sont précisément ceux qui n'influent pas directement sur la tension cherchée.

» M. Léauté a tourné la difficulté en déduisant directement des équations différentielles elles-mêmes la valeur moyenne de la tension, et il est arrivé au résultat final en faisant l'application d'une formule qui lui est due et qu'il a fait connaître dans la séance du 14 juin 1880. Cette formule donne le développement, dans un intervalle donné, d'une fonction à une seule variable, suivant les valeurs moyennes de cette fonction et de ses dérivées successives dans cet intervalle. Elle est susceptible d'un grand nombre d'applications.

» M. Léauté arrive ainsi à fixer la valeur de ce qu'il appelle le *coefficient de fonctionnement,* c'est-à-dire celle du rapport entre le coefficient de régularité et l'effort transmis. C'est là le point le plus important de son travail, car il est possible alors d'installer une transmission quelconque de telle sorte qu'elle fonctionne de la même manière qu'une transmission donnée, quels que soient d'ailleurs la portée, l'effort à transmettre et les irrégularités du travail résistant.

» C'est pour avoir négligé la considération du coefficient de fonctionnement, qui conduit à la notion de l'*équivalence* de deux transmissions, que les formules actuellement admises comportent l'indétermination dont nous avons parlé au début et donnent lieu à de si nombreuses déceptions.

» Borné à ce point, le travail de M. Léauté pourrait déjà être considéré comme complet.

» Mais l'auteur ne s'en est pas tenu là ; il examine de nouveau, au point de vue des applications, tous les éléments de la question, et, pour faire la part des exigences de la pratique, il introduit des additions et des simplifications.

» Il prouve d'abord que la règle adoptée pour assurer l'adhérence du câble sur les poulies cesse d'être suffisamment approchée quand les vitesses dépassent une certaine limite, ce qui est le cas ordinaire, et il démontre que cette règle ne devient exacte que si l'on substitue le rapport des flèches à celui des tensions.

» Il étudie ensuite les effets que produisent les variations de l'état de l'atmosphère sur l'âme en chanvre et, par suite, sur la longueur du câble, question importante dont on ne s'était pas occupé avant lui. Les résultats des nombreuses expériences qui ont été faites sous sa direction l'ont conduit, après discussion, à énoncer la règle pratique suivante : *Pour les câbles exposés en plein air, la flèche au repos doit être au moins égale au* $\frac{1}{40}$ *de la portée.*

Grâce à cette règle, on est certain d'éviter les effets dangereux auxquels pourraient donner lieu les raccourcissements du câble, dus principalement à l'humidité.

» L'auteur s'occupe enfin des variations de longueur permanentes et des moyens d'y remédier; nous ne nous arrêterons pas à cette question, en raison de son caractère trop spécial, même au point de vue pratique.

» Le Mémoire de M. Léauté renferme un grand nombre de Tableaux numériques destinés à éviter aux ingénieurs, chargés d'établir des transmissions télédynamiques, les calculs qu'exige la théorie; il se termine par l'étude des transmissions par câbles successifs et celle des câbles avec galets de support.

» En résumé, le travail de M. Léauté contient l'étude rationnelle de la question, si importante, des transmissions télédynamiques; la solution est complète, tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique; aussi la Commission propose à l'Académie l'insertion de ce Mémoire au *Recueil des savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur la silice et les silicates de lithine.* Note de MM. P. HAUTEFEUILLE et J. MARGOTTET.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« L'un de nous a eu l'honneur de faire connaître à l'Académie deux silico-aluminates de lithine appartenant au groupe de l'amphigène, et dans lesquels la lithine joue le rôle de la potasse et de la soude [1].

» Les silicates de lithine non alumineux n'ayant pas encore été préparés, on ignore si, par l'ensemble de leurs propriétés, ils viennent se placer à côté des silicates alcalins si altérables par les agents atmosphériques, ou s'ils sont analogues aux silicates de magnésie et, par suite, susceptibles d'être rencontrés dans l'écorce terrestre avec les minéraux qui contiennent de la lithine.

» Nous avons obtenu trois silicates de lithine cristallisés : le monosilicate $SiO^2, 2LiO$, le bisilicate SiO^2, LiO et un silicate très acide $5SiO^2, LiO$.

---

[1] *Comptes rendus*, t. XC, p. 541.

Les deux premiers sont attaquables par les acides, le troisième résiste à l'action des acides concentrés; ils sont à peu près aussi difficiles à fondre que les silicates magnésiens; chauffés à haute température, ils deviennent très fluides et dissolvent beaucoup de gaz qu'ils abandonnent au moment de leur solidification.

» Les silicates de lithine préparés par le recuit d'une masse vitreuse sont confusément cristallisés, mais le chlorure de lithium permet de les obtenir en cristaux mesurables.

» I. Le silicate SiO^2, $2LiO$ correspond au péridot magnésien; sa forme cristalline est, comme celle de cette espèce, une forme limite; c'est un prisme pseudo-hexagonal dérivé d'un prisme orthorhombique de 119° environ; il est transparent, incolore ou légèrement ambré. Au contact de l'eau, il prend un aspect pierreux, par suite d'une altération superficielle; par un séjour prolongé dans l'eau bouillante, il cède à ce liquide de la lithine et de la silice soluble en quantité notable. Cette décomposition n'est pas un fait sans intérêt pour le géologue; elle doit engager à rechercher cette espèce ou un péridot à la fois magnésien et lithique dans les roches traversées par des sources thermales où l'on a constaté la présence de la lithine et de la silice.

» II. Le silicate de lithine SiO^2, LiO correspond à l'hypersthène magnésien. Le chlorure de lithium permet de le préparer en longs prismes aplatis, quelquefois terminés par un dôme symétrique; ce sont des prismes à six pans dérivés d'un prisme orthorhombique de 120°30'.

» III. Le silicate $5SiO^2$ LiO est le plus acide des silicates simples connus jusqu'à ce jour, comme le pétalite est le plus acide des silicates alumineux. On l'obtient en lames dont l'élasticité rappelle celle du mica; cependant, si on les rencontrait dans une roche, on les distinguerait aisément de cette dernière espèce par la nature de leurs stries et de leurs clivages. En effet, les ruptures par flexion manifestent deux clivages rectangulaires; l'un deux, celui qui est perpendiculaire à la plus grande longueur des lames, est interrompu; il met en évidence un troisième clivage, parallèle au plan des lames, qui permet d'en réduire l'épaisseur. Enfin, il y aurait deux autres clivages difficiles, fournissant des lamelles rhombes. Les stries à angle droit, fréquentes sur ces cristaux, l'examen entre les nicols croisés s'accordent pour assigner à ce silicate la symétrie orthorhombique, car les extinctions se produisent lorsque la trace de l'un quelconque des trois clivages se trouve dans le plan de polarisation.

» Le silicate acide que nous venons de faire connaître est, par sa com-

position et ses propriétés physiques, une espèce chimique qu'on doit s'attendre à rencontrer dans les roches; c'est un des termes de la série des silicates qui commence, si l'on fait abstraction de la nature de la base, au péridot et se termine au sphène, au zircon et à la silice.

» IV. L'agent minéralisateur des trois premiers termes de la série des silicates de lithine jouit aussi de la propriété de faire cristalliser la tridymite et le quartz, probablement aussi le zircon et les silicates analogues, qu'on peut envisager comme des combinaisons de deux acides. Comme dans les expériences de l'un de nous, sur la cristallisation de la silice par les tungstates en fusion, la tridymite s'obtient, par le chlorure de lithium au rouge vif, tandis que le quartz s'obtient à une température inférieure au point de fusion de l'argent. La tridymite est en lamelles hexagonales, le quartz en prismes terminés par la double pyramide habituelle aux cristaux de cette espèce, sans aucune facette de modification.

» En résumé, le chlorure de lithium en fusion nous a permis d'obtenir à l'état cristallisé cinq espèces, dont trois nouvelles, et d'établir pour la première fois que la silice pouvait prendre la forme du quartz en présence d'un chlorure fondu.

» V. Les observations que nous avons recueillies dans le cours de ces expériences, exécutées au laboratoire de Chimie de l'École Normale, nous ont fait connaître la façon dont s'opère la cristallisation de ces espèces.

» 1° Nous avons reconnu que le chlorure de lithium fondu, lorsqu'il est exempt de lithine, n'exerce qu'une action minéralisatrice faible, douteuse même, sur la silice, tandis que le chlorure contenant un peu d'oxychlorure fournit rapidement de la silice cristallisée.

» 2° Nous avons également reconnu que le chlorure de lithium enlève de la lithine aux silicates de lithine pour former de l'oxychlorure.

» Ces deux réactions, inverses l'une de l'autre, expliquent la cristallisation; la proportion d'oxychlorure contenue dans le chlorure en fusion détermine la composition du silicate qui cristallise.

» Il en résulte que, si un mélange s'enrichit en oxychlorure, soit par volatilisation du chlorure, soit par l'action de la vapeur d'eau, il peut donner naissance, successivement, à plusieurs espèces cristallisées. Si, tout d'abord, un pareil mélange donne du quartz cristallisé, on constate que, à mesure qu'il s'enrichit en oxychlorure, le quartz est attaqué, car les arêtes des cristaux primitivement formés s'émoussent; en même temps, le bain fondu se remplit de larges lamelles du silicate acide $5SiO^2, LiO$. Une fois formé, ce silicate est assez stable pour que le bain continue à s'enrichir en oxychlo-

rure sans que les lames soient corrodées. La proportion d'oxychlorure augmentant toujours, les autres silicates moins acides se forment à leur tour aux dépens de l'oxychlorure et de la silice libre. Et c'est ce fait qui explique qu'on puisse obtenir l'association des silicates et de la silice sur un même échantillon.

» Nous montrerons dans une prochaine Note le parti que l'on peut tirer de la reproduction des minéraux lithiques fluorés pour faire l'histoire de quelques associations minérales importantes ».

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur les moyens à employer pour détruire l'œuf d'hiver du Phylloxera.* Note de M. V. MAYET.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les traitements insecticides dirigés contre l'œuf d'hiver du Phylloxera ont été, à mon avis, beaucoup trop négligés au Congrès phylloxérique de Bordeaux. Il ne faut pas oublier que la ponte des sexués est le point de départ de toutes les métamorphoses de l'insecte, que sa fécondité va toujours s'affaiblissant jusqu'à une nouvelle apparition des sexués, et que, si la destruction de l'œuf d'hiver était partout assurée, le Phylloxera disparaîtrait. J'ai pris personnellement la parole, pour demander qu'un traitement *restreint aux souches susceptibles de porter l'œuf d'hiver* fût appliqué à la vigne.

» Mes dernières études sur l'œuf fécondé m'ont permis de conclure qu'il n'est pas, d'habitude, déposé sur le premier cep venu ; mais qu'il y a au contraire, dans chaque région, des quartiers, des coins de vignes, où on le trouve plus spécialement. Ces lieux d'élection se reconnaissent aux galles qui couvrent les feuilles chaque année. Les galles provenant des Phylloxeras issus de l'œuf fécondé, il est logique de penser que, là où il y a chaque année beaucoup de ces excroissances, il y a aussi chaque année beaucoup d'œufs d'hiver pondus. C'est même ce raisonnement très simple qui m'a amené à la découverte de l'œuf d'hiver en Languedoc (*Comptes rendus,* 4 avril 1881). J'ai observé le fait, non seulement à Montpellier, chez MM. Pagezy et J. Leenhardt, mais dans l'Ouest, chez M. Laliman, de Bordeaux, chez M. Couraud de Laugon, chez M^{me} Ponsot, ainsi que chez MM. Piolat et Boiteau, de Libourne.

» On peut me faire deux objections, mais je crois être en mesure d'y répondre. D'abord il y a des ceps isolés qui ont des galles une année et n'en ont pas les années suivantes. La chose est vraie : ce sont des pontes égarées, qui échapperont sans doute toujours aux traitements; mais l'important est d'atteindre les foyers d'infection.

» On me dira encore : vous ne trouvez pas de galles sur les plants français; leur écorce ne reçoit donc jamais la ponte des sexués? A cela je répondrai que les plants français portent quelquefois des œufs d'hiver; mais que le cas est rare. M. de Laffitte a trouvé des galles de multiplication sur du cabernet et du touzan, avant l'introduction des plants américains dans Lot-et-Garonne; M. Boiteau m'a montré des galles initiales sur du chasselas, du cabernet et même sur une feuille de vigne sauvage, cueillie dans une haie. Je dis des galles *initiales*, c'est-à-dire qui, se trouvant isolées sur la première feuille éclose au printemps, proviennent à coup sûr d'un Phylloxera issu de l'œuf d'hiver. Il est toutefois très vrai qu'entre deux carrés de vignes, les unes françaises, les autres américaines, l'insecte ailé choisit toujours ces dernières pour fonder sa colonie. Le nombre des quartiers à œufs d'hiver va ainsi croissant avec les plantations américaines. Est-ce un mal? Je ne le crois pas. Les pontes sur plants français ont été jusqu'à présent éparses dans les vignes; les plants américains semblent, au contraire, nous les présenter groupées sur un même point, où nous pouvons les atteindre. La vigne américaine nous a amené le mal; elle nous a apporté aussi le remède. Dans les pays dévastés, comme Montpellier, il n'y a qu'elle de possible, la submersion et les terrains sablonneux mis à part; mais je dis que, dans les régions qui ont encore les trois quarts de leurs vignes françaises, il faut lutter pour conserver nos cépages le plus longtemps possible. Nous pouvons enrayer sérieusement l'invasion : la vigne américaine nous y aidera, en attirant sur un même point les essaims d'ailés d'où proviennent les sexués auteurs de l'œuf d'hiver ([1]). N'oublions pas qu'une seule récolte gagnée représente des millions !

» J'ai demandé aussi au Congrès que l'arrachage des feuilles couvertes de galles fût compris dans les traitements insecticides. Si j'avais été appelé à nommer les différentes formes du Phylloxera, j'aurais appelé le sexué forme *régénératrice*, l'ailé forme *colonisatrice*, le radicicole forme *dévastatrice*, et le gallicole forme *multiplicatrice*.

([1]) Cette opinion, personnelle à l'auteur, sera discutée; elle soulève beaucoup d'objections. (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

» C'est en effet le gallicole, forme inoffensive en apparence, qui contribue le plus à la multiplication de l'insecte. Une femelle agame, issue de l'œuf d'hiver, à la fin d'avril, a pondu environ 500 œufs à la fin de mai. La seconde génération donne le chiffre de 250000 descendants; si nous calculons celui de la troisième, nous arrivons au chiffre de 62 milliards 500 millions. Il y a six générations dans l'année, quelquefois sept; si nous continuions les calculs, nous arriverions à des rangées de chiffres interminables.

» Tous les Phylloxeras qui ne se fixent pas aux feuilles sont aux racines; les premières descentes commencent à la fin de juin et les premiers froids de l'automne y envoient tous les jeunes de la dernière génération. Il faut, par conséquent, arracher les feuilles couvertes de galles avant le 20 juin.

» J'ai conclu à la possibilité d'atteindre, par un traitement insecticide, le plus grand nombre des œufs d'hiver, en opérant dans les quartiers *où la vigne a chaque année des galles sur les feuilles*, et ne traitant que les bois de deux ans et de trois ans, seuls capables d'abriter l'œuf fécondé. J'ai ajouté qu'il était très utile aussi de détruire les feuilles chargées de galles, comme les foyers de grande multiplication de l'insecte. Ces deux opérations très pratiques serviraient de complément aux traitements dirigés contre l'aptère des racines, par le sulfure de carbone et les sulfocarbonates. »

M. A. **Guilloud**, M. R. **Moser**, M. **de Meyer**, M. **Dolman** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. G. **Lopez** adresse, de Brest, un Mémoire portant pour titre « Détermination du rendement du navire en marche; étude de l'exposant de la vitesse; tendance de cet exposant vers une constante; conséquences pour la comparaison des différents types de navires ».

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** informe l'Académie que MM. *Perrier* et *Hervé Mangon* ont été désignés pour faire partie du Conseil de perfection-

nement de l'École Polytechnique pendant l'année scolaire 1881-1882, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. le **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, un exemplaire du Tome X du « Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le second numéro du « Bulletin de l'Observatoire impérial de Rio-Janeiro », contenant une reproduction lithographique d'un dessin original de la grande comète de cette année, fait par M. *Nerval*;

2° Le « Bulletin météorologique du département de l'Hérault », publié sous les auspices du Conseil général (année 1880);

3° Un Volume de M. *G. Lemoine*, intitulé « Études sur les équilibres chimiques » ;

4° Un Opuscule publié en anglais par M. *C.-B. Comstoch*, et intitulé « Variations de longueur d'une barre de zinc, à la même température ». (Présenté par M. Fizeau.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage publié à Lisbonne, sous les auspices du Ministre de la Marine et des Colonies du Portugal, par M. *Barboza du Bocage*, sous le titre « Ornithologie d'Angola ». (Présenté par M. Alph.-Milne Edwards.)

Depuis de longues années, M. Barboza du Bocage s'est appliqué à l'étude des oiseaux d'Afrique. Le volume qu'il vient de terminer résume ses observations. On y trouve la mention de toutes les espèces observées à Angola, au nombre de 700, et l'indication de leur aire de dispersion géographique. Des formes nouvelles sont décrites et représentées avec une exactitude remarquable.

M. le **Président de l'Académie des Sciences naturelles de Barcelone** adresse un numéro des « Mémoires » de cette Académie pour l'année 1876, contenant les Mémoires originaux du docteur *Fr. Salvat* sur l'électricité et le galvanisme, et leurs applications à la télégraphie.

Il semble résulter de ces Mémoires que Salvat avait eu, dès le mois de

décembre 1795, l'idée d'appliquer l'électricité à la transmission de la pensée.

M. **Melsens** transmet à l'Académie une Brochure, publiée, en italien, par M. *Nardi*, portant pour titre « le Paratonnerre Melsens ». Cette Brochure contient, en particulier, deux Lettres inédites de *Fusinieri*, écrites en 1832 et 1842. Il résulte de ces deux Lettres (page 86 à page 102), que, dès l'année 1832, Fusinieri était préoccupé des idées et des principes que M. Melsens a mis si largement en usage dans ses travaux sur les paratonnerres. Ces Lettres de Fusinieri n'ont été publiées qu'en 1881.

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète de Denning* (1881 *f*). Note de M. L. **Schulhof**, présentée par M. Mouchez.

« J'ai donné une première orbite elliptique de cette comète dans le n° **2401** des *Astronomische Nachrichten*. Malgré le court intervalle de treize jours, entre les deux observations extrêmes qui formaient la base de mes calculs, j'ai pu déterminer assez exactement la durée de révolution, comme le prouvent les éléments ci-après. Ayant reçu, par l'obligeance des observateurs de Paris, Rome et Strasbourg, de nouvelles observations, j'ai formé les quatre lieux :

	Temps moyen de Berlin.	λ 1881,0.	β 1881,0.	
		° ′ ″	° ′ ″	
I......	1881 oct. 5,7294	139. 3.51,0	−0.26.40,3	(Marseille 1 obs.)
II.....	» 11,0000	141.44.22,2	+0.35.20,4	(Dunecht 3)
III....	» 18,5000	145.21.26,7	+1.51.25,3	(Paris 2, Rome 2, Strasb. 2)
IV.....	» 30,5000	150.23. 7,9	+3.33.22,1	(Paris 1, Strasbourg 1)

» Par la variation des distances géocentriques, j'ai obtenu les éléments suivants :

$$T = 1881 \text{ septembre } 13,25866 \text{ t. m. de Berlin.}$$

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 312^\circ 21' \ 0'',4 \\ \Omega &= 65^\circ 57' 50'',0 \\ i &= 6^\circ 51' 36'',2 \end{aligned}\right\} 1881,0 \qquad \begin{aligned} &\Delta\lambda_2 = +1'',2, \quad \Delta\lambda_3 = +7'',4 \\ &\Delta\beta_2 = -1'',5, \quad \Delta\beta_3 = +2'',7 \end{aligned}$$

$$\log e = 9,916637, \quad (\varphi = 55^\circ 37' 25'',8),$$

$$\log q = 9,860192$$

$$\log a = 0,618020$$

Durée de la révolution $= 8^{\text{ans}},45$

» Les écarts qui restent dans les deux lieux moyens semblent indiquer que la véritable durée de révolution est encore plus grande.

» La comète de Denning est intéressante à plus d'un titre. Dans le groupe des comètes périodiques, intimement liées à Jupiter, dont elle peut se rapprocher à 0,2, elle a la distance aphélie la plus grande, égale à 7,6; sa durée de révolution dépasse d'une année celle de la comète de Faye, et est intermédiaire entre celles des comètes de Encke et de Tuttle, dont la dernière appartient déjà au groupe saturnien. A son nœud ascendant, qui est exactement le nœud descendant de la comète de Biéla, elle peut s'en rapprocher à 0,1. Dans la partie de son orbite, qu'elle atteint trente-sept jours après son passage au périhélie, elle n'est distante que de 0,035 de l'orbite terrestre; elle subirait des perturbations très considérables de la part de la Terre si elle se trouvait en ce point vers le 14 décembre. Son éclat serait alors 500 fois plus fort que dans l'apparition actuelle, et 2000 fois plus fort que dans le cas où elle passerait à son périhélie vers le commencement du mois d'avril. Seule, la comète de Biéla peut se rapprocher encore plus de la Terre. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur une formule générale pour le développement de la partie principale de la fonction perturbatrice.* Note de M. **B. Baillaud**, présentée par M. Tisserand.

« M. Puiseux a donné, au Tome L des *Comptes rendus*, une expression générale du développement de la fonction perturbatrice. Voici une autre formule pour le développement de la partie principale de cette fonction, l'inverse de la distance des deux astres.

» Le carré de cette distance peut être représenté ainsi :

$$\Delta^2 = a^2 - 2aa_1\cos(u - u_1 + \varpi - \varpi_1) + a_1^2 + s,$$

où

$$\begin{aligned} s = c &+ b\cos(u - B) + d\cos(u + u_1 - D) + f\cos 2u \\ &+ b_1\cos(u_1 - B_1) + d_1\cos(u - u_1 - D_1) + f_1\cos 2u_1. \end{aligned}$$

» u et u_1 sont les anomalies excentriques; les coefficients b et b_1 sont du premier ordre par rapport aux excentricités et aux inclinaisons; c, d, d_1, f, f_1 sont du second ordre. Il serait trop long de donner ici les expressions de ces divers coefficients et des quantités B, B_1, D, D_1.

» Si l'on désigne en outre par e et e_1 les excentricités, on a la formule

suivante :

$$\frac{1}{\Delta} = \Sigma(-1)^{k+\rho+\rho_1-1}\Theta_s(i\pm\xi)(i\mp\xi_1)[q-2\rho-(i\pm\xi)]^{q-1}[q_1-2\rho_1+(i\mp\xi_1)]^{q_1-1}$$
$$\times e^q e_1^{q_1} b^\beta b_1^{\beta_1} c^\gamma d^\delta d_1^{\delta_1} f^\varphi f_1^{\varphi_1} \frac{1}{a^{2k+1}} b^{(i)}_{k+\frac{1}{2}}$$
$$\times \cos[(q-2\rho)M+(q_1-2\rho_1)M_1\mp(\xi M+\xi_1 M_1+\eta)-i(M-M_1+\varpi-\varpi_1)],$$

où Θ_s est un coefficient numérique indépendant de i et dont voici l'expression

$$\Theta_s = \frac{1.3.5\ldots 2k-1}{2.4.6\ldots 2k}\,\frac{1}{2^{\rho+q+q_1+2}}$$
$$\times \frac{k!}{\rho!\,q-\rho!\,\rho_1!\,q_1-\rho_1!\,l!\,\beta-l!\,l_1!\,\beta_1-l_1!\,m!\,\delta-m!\,m_1!\,\delta_1-m_1!\,n!\,\varphi-n!\,n_1!\,\varphi_1-n_1!}.$$

» M et M_1 sont les anomalies moyennes des deux astres; β, β_1, γ, δ, δ_1, φ, φ_1 sont des nombres entiers, positifs ou nuls, dont la somme est k; p est égal à $k-\gamma$; ξ, ξ_1, η sont définis par ces formules

$$\xi = 2l+2m+2m_1+4n-\beta-\delta-\delta_1-2\varphi,$$
$$\xi_1 = 2l_1+2m-2m_1+4n_1-\beta_1-\delta+\delta_1-2\varphi_1,$$
$$\eta = (\beta-2l)B+(\beta_1-2l_1)B_1+(\delta-2m)D+(\delta_1-2m_1)D_1;$$

» ρ, ρ_1, l, l_1, m, m_1, n, n_1 sont des nombres entiers, positifs ou nuls; les différences $q-\rho$, $q_1-\rho_1$, $\beta-l$, β_1-l_1, $\delta-m$, δ_1-m_1, $\varphi-n$, φ_1-n_1 ne sont jamais négatives; q et q_1 peuvent avoir toutes les valeurs entières, positives ou nulles; i, toutes les valeurs entières, de $-\infty$ à $+\infty$.

» Cette formule donne les divers termes sous une forme un peu différente de celle que l'on obtient par le calcul direct. Ainsi, dans les termes en $e^2\cos i(M-M_1+\varpi-\varpi_1)$, ce coefficient se présente, abstraction faite du facteur $\frac{1}{a}$, sous la forme

$$-\tfrac{1}{8}i^2 b^i_{\frac{1}{2}} - \tfrac{3}{8}b^i_{\frac{3}{2}} + \tfrac{1}{8}(i+\tfrac{1}{2})\alpha b^{i+1}_{\frac{3}{2}}$$
$$-\tfrac{1}{8}(i-\tfrac{1}{2})\alpha b^{i-1}_{\frac{3}{2}} + \tfrac{3}{8}(1+\alpha^2)b^i_{\frac{5}{2}} - \tfrac{3}{8}\alpha b^{i+1}_{\frac{5}{2}} - \tfrac{3}{8}\alpha b^{i-1}_{\frac{5}{2}}.$$

» Le calcul direct donne

$$-\tfrac{3}{8}b^i_{\frac{3}{2}} - \tfrac{1}{8}\alpha b^{i+1}_{\frac{3}{2}} - \tfrac{1}{8}\alpha b^{i-1}_{\frac{3}{2}} + \tfrac{1}{16}(15\alpha^2+6)b^i_{\frac{5}{2}}$$
$$-\tfrac{3}{8}\alpha b^{i-1}_{\frac{5}{2}} - \tfrac{3}{8}\alpha b^{i-1}_{\frac{5}{2}} - \tfrac{9}{32}\alpha b^{i-1}_{\frac{5}{2}} - \tfrac{9}{32}\alpha^2 b^{i-2}_{\frac{5}{2}}.$$

Il est aisé de vérifier l'identité de ces résultats.

» En ce qui concerne l'application de cette formule, voici deux résultats qui montreront combien le développement se complique quand on les pousse un peu plus loin.

» Pour les termes du huitième ordre, le nombre des combinaisons des mêmes quantités $q, q_1, \beta, \beta_1, \gamma, \delta, \delta_1, \varphi, \varphi_1$ est égal à 1531. Chacune de ces combinaisons donne (en moyenne et à peu près), de 40 à 50 termes.

» Pour le onzième ordre, le nombre des combinaisons des mêmes quantités est 7081, et chaque combinaison peut donner de 60 à 80 termes.

» Il est vrai que le calcul d'un terme isolé se fait assez vite.

» Si l'on veut obtenir une inégalité de la forme

$$A\cos(\alpha M + \alpha_1 M_1 + \gamma),$$

il suffira de prendre, parmi toutes les combinaisons possibles, celles pour lesquelles on a, au signe près,

$$q - 2\rho + q_1 - 2\rho_1 \mp (\xi + \xi_1) = \alpha + \alpha_1. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des intégrales abéliennes.* Note de M. **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans deux Communications précédentes (*Comptes rendus*, février 1881), je me suis occupé de la réduction des intégrales abéliennes de première espèce à des intégrales elliptiques, et j'ai notamment traité complètement la question pour les intégrales abéliennes du premier genre. On peut, d'une manière plus générale, envisager la circonstance suivante. Soient

$$(1) \qquad \int_{x_0}^{x} \frac{Q(x,y)\,dx}{f'_y(x,y)}, \quad \int_{x_0}^{x} \frac{P(x,y)\,dx}{f'_y(x,y)}$$

deux intégrales abéliennes de première espèce relatives à la courbe $f(x,y) = 0$, dont le genre est d'ailleurs quelconque. Supposons que ces intégrales n'aient l'une et l'autre que quatre périodes, et cela de telle manière que, $\omega_0, \omega_1, \omega_2, \omega_3$ et $\nu_0, \nu_1, \nu_2, \nu_3$ représentant quatre couples de périodes correspondantes convenablement choisies, tout autre système de périodes correspondantes ait la forme

$$m_0\omega_0 + m_1\omega_1 + m_2\omega_2 + m_3\omega_3, \quad m_0\nu_0 + m_1\nu_1 + m_2\nu_2 + m_3\nu_3,$$

où les m sont des entiers.

» On établira facilement, dans ce cas, que le système d'équations différentielles

$$\frac{Q(x_1, y_1)\,dx_1}{f'_{y_1}(x_1, y_1)} + \frac{Q(x_2, y_2)\,dx_2}{f'_{y_2}(x_2, y_2)} + \frac{Q(x_3, y_3)\,dx_3}{f'_{y_3}(x_3, y_3)} = 0,$$
$$\frac{P(x_1, y_1)\,dx_1}{f'_{y_1}(x_1, y_1)} + \frac{P(x_2, y_2)\,dx_2}{f'_{y_2}(x_2, y_2)} + \frac{P(x_3, y_3)\,dx_3}{f'_{y_3}(x_3, y_3)} = 0$$

a son intégrale générale algébrique.

» De ce premier résultat il suit que l'on peut, avec les intégrales (1), former un système d'équations, comme dans le cas des intégrales abéliennes du premier genre. Considérons en effet les équations

$$\int_a^{x_1} \frac{Q(x_1, y_1)\,dx_1}{f'_{y_1}(x_1, y_1)} + \int_a^{x_2} \frac{Q(x_2, y_2)\,dx_2}{f'_{y_2}(x_2, y_2)} = u,$$
$$\int_a^{x_1} \frac{P(x_1, y_1)\,dx_1}{f'_{y_1}(x_1, y_1)} + \int_a^{x_2} \frac{P(x_2, y_2)\,dx_2}{f'_{y_2}(x_2, y_2)} = v;$$

$x_1 + x_2$ et $x_1 x_2$ ne sont plus des fonctions uniformes de u et de v, mais ces deux expressions sont racines d'équations algébriques dont les coefficients sont des fonctions uniformes de u et v.

» Arrêtons-nous particulièrement sur le cas où la courbe $f(x, y) = 0$ est du troisième genre. On sait que, dans ce cas, le nombre des modules ou coefficients restant arbitraires dans la courbe normale est égal au nombre des constantes entrant dans la composition des fonctions Θ à trois variables.

» Soit

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{cccccc} 0, & 0, & 1, & \alpha, & \beta, & \gamma, \\ 0, & 1, & 0, & \beta, & \delta, & \varepsilon, \\ 1, & 0, & 0, & \gamma, & \varepsilon, & \eta \end{array} \right.$$

le système des périodes des intégrales normales U, V, W correspondant à la courbe générale du troisième genre. L'expression linéaire $AU + BV + CW$ aura seulement quatre périodes si on a les deux relations

$$Cm + Bn + Ap + (A\alpha + B\beta + C\gamma)q + (A\beta + B\delta + C\varepsilon)r + (A\gamma + B\varepsilon + C\eta)s = 0,$$
$$Cm' + Bn' + Ap' + (A\alpha + B\beta + C\gamma)q' + (A\beta + B\delta + C\varepsilon)r' + (A\gamma + B\varepsilon + C\eta)s' = 0;$$

où les coefficients $m, m', n, \ldots$ sont des nombres entiers. S'il existe deux intégrales distinctes n'ayant que quatre couples de périodes simultanées, ces deux équations en A, B et C doivent se réduire à une seule, et l'on a, par suite,

$$(4) \qquad \frac{p + q\alpha + r\beta + s\gamma}{p' + q'\alpha + r'\beta + s'\gamma} = \frac{n + q\beta + r\delta + s\varepsilon}{n' + q'\beta + r'\delta + s'\varepsilon} = \frac{m + q\gamma + r\varepsilon + s\eta}{m' + q'\gamma + r'\varepsilon + s'\eta}.$$

Telles sont les deux relations qui doivent exister entre les six constantes α, $\beta, \ldots, \eta$. Faisant successivement $A = 0$, $B = 1$ et $A = 1$, $B = 0$, nous avons un système de deux intégrales P et Q, ayant comme périodes

$$\begin{matrix} 0, & 1, & \omega, & \omega'', \\ 1, & 0, & \omega', & \omega''', \end{matrix}$$

en posant

$$\omega = -\frac{p + q\alpha + r\beta + s\gamma}{m + q\gamma + r\varepsilon + s\eta}, \quad \omega' = -\frac{n + q\beta + r\delta + s\varepsilon}{n' + q'\beta + r'\delta + s'\varepsilon},$$
$$\omega'' = \alpha + \gamma\omega, \qquad \omega''' = \beta + \gamma\omega'.$$

» Les constantes $\alpha, \beta, \ldots, \eta$ sont au nombre de six; elles sont d'ailleurs liées par les deux relations (4). Les périodes ω dépendent donc de quatre quantités; il semble par suite qu'elles soient indépendantes, et qu'on soit conduit à des fonctions de deux variables à quatre couples de périodes entièrement arbitraires. Mais il n'en est rien, car on reconnaît que les ω sont liées par la relation suivante :

$$\begin{aligned} 0 = (rq' - r'q)(\omega'\omega''' - \omega\omega''') + \omega(r'n - rn' + ms' - m's) \\ + \omega'(rp' - pr') + \omega''(s'q - sq') + \omega'''(rs' - sr') + ps' - p's. \end{aligned}$$

Il résulte de ce fait une conséquence importante : on peut trouver deux combinaisons linéaires des intégrales P et Q, pour lesquelles, le tableau des périodes étant

$$\begin{vmatrix} 0, & 1, & A, & B \\ 1, & 0, & C, & D \end{vmatrix},$$

on ait

$$B = C.$$

C'est précisément la relation qui est vérifiée dans le cas des intégrales abéliennes du premier genre, et l'on conclut de là sans peine que les coefficients des équations algébriques, donnant x_1 et x_2 exprimées en u et v, peuvent, dans le cas particulier qui nous occupe, s'exprimer à l'aide des fonctions Θ de deux variables. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur des équations différentielles linéaires dont les intégrales vérifient des relations de la forme* $F[\varphi(x)] = \psi(x)F(x)$. Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« Les fonctions $F(x)$ satisfaisant à une relation de la forme $F[\varphi(x)] = F(x)$ ont fait l'objet de deux Notes que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 807 et 1022) et d'un Mémoire de M. Rausenberger, inséré dans le tome XVIII des *Mathematische Annalen*, p. 379. Ces fonctions et les fonctions plus générales satisfaisant à une relation de la forme $F[\varphi(x)] = \psi(x)F(x)$ se présentent dans l'intégration de certaines équations différentielles linéaires, et en particulier dans l'intégration des équations du second ordre.

» I. Soit d'abord une équation différentielle linéaire d'ordre n,

$$(1) \qquad \frac{d^n y}{dx^n} + f_1(x)\frac{d^{n-1}y}{dx^{n-1}} + f_2(x)\frac{d^{n-2}y}{dx^{n-2}} + \ldots + f_n(x)y = 0.$$

Changeons la variable indépendante x en posant $x = \varphi(t)$, puis la fonction y en faisant $y = z\psi(t)$; et supposons que l'on puisse déterminer les deux fonctions $\varphi(t)$ et $\psi(t)$, de telle façon que l'équation entre z et t prenne la forme

$$(2) \qquad \frac{d^n z}{dt^n} + f_1(t)\frac{d^{n-1}z}{dt^{n-1}} + f_2(t)\frac{d^{n-2}z}{dt^{n-2}} + \ldots + f_n(t)z = 0,$$

c'est-à-dire la forme (1) dans laquelle y serait remplacé par z et x par t. Alors, si l'équation (1) admet la solution $y = \Phi(x)$, elle admet aussi les solutions

$$\Phi_1(x) = \frac{1}{\psi(x)}\Phi[\varphi(x)],$$

$$\Phi_2(x) = \frac{1}{\psi(x)}\Phi_1[\varphi(x)],$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$\Phi_n(x) = \frac{1}{\psi(x)}\Phi_{n-1}[\varphi(x)].$$

L'on a de cette façon $(n+1)$ intégrales particulières de l'équation différentielle (1), entre lesquelles a lieu une relation de la forme

$$\lambda_0\Phi(x) + \lambda_1\Phi_1(x) + \lambda_2\Phi_2(x) + \ldots + \lambda_n\Phi_n(x) = 0;$$

d'où il suit qu'en posant

$$F(x) = \mu_0 \Phi(x) + \mu_1 \Phi_1(x) + \ldots + \mu_{n-1} \Phi_{n-1}(x),$$

on peut toujours déterminer les constantes μ de telle manière que l'intégrale particulière $F(x)$ satisfasse à la relation

$$(3) \qquad F[\varphi(x)] = A\psi(x) F(x),$$

A désignant une constante.

» Ainsi l'équation différentielle proposée admet au moins une intégrale particulière $F(x)$ satisfaisant à une relation telle que (3). Il peut se faire qu'il y ait n intégrales particulières satisfaisant à des relations de la forme (3); mais il y a des cas d'exception, comme il est connu d'après la théorie des substitutions.

» Supposons que l'on ait déterminé cette intégrale particulière $F(x)$ qui existe toujours et qui satisfait à la relation (3), et réduisons l'équation différentielle (1) par la méthode connue, en posant

$$y = F(x) \int_{x_0}^{x} \eta \, dx, \quad \eta = \frac{d}{dx}\left[\frac{y}{F(x)}\right].$$

On vérifie facilement que, si l'équation différentielle en η d'ordre $(n-1)$ admet une intégrale $\eta = \Psi(x)$, elle admet aussi l'intégrale

$$\eta_1 = \varphi'(x) \Psi[\varphi(x)].$$

On pourra donc recommencer à l'égard de cette équation en η les raisonnements que l'on a faits sur l'équation (1).

» II. Les circonstances précédentes, qui ne se présentent que pour des équations différentielles linéaires d'ordre n d'une nature spéciale, se présentent pour *toutes les équations linéaires du deuxième ordre*. Soit, en effet, une pareille équation différentielle, que l'on peut toujours supposer mise sous la forme

$$(4) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} - f(x) y = 0.$$

Si l'on fait $x = \varphi(t)$, $y = z\psi(t)$, cette équation devient

$$(5) \qquad \frac{d^2z}{dt^2} + \left(2\frac{\psi'}{\psi} - \frac{\varphi''}{\varphi'}\right)\frac{dz}{dt} - \left[\varphi'^2 f(\varphi) + \frac{\varphi''}{\varphi'}\frac{\psi'}{\psi} - \frac{\psi''}{\psi}\right] z = 0,$$

en désignant par φ et ψ les fonctions $\varphi(t)$ et $\psi(t)$, et par $\varphi', \varphi'', \ldots, \psi', \psi'', \ldots$

leurs dérivées par rapport à t. Pour que l'équation (5) ait la forme (4), il faut et il suffit que les fonctions φ et ψ vérifient les conditions

$$(6)\qquad 2\frac{\psi'}{\psi}-\frac{\varphi''}{\varphi'}=0,\quad \varphi'^2 f(\varphi)+\frac{\varphi''}{\varphi'}\frac{\psi'}{\psi}-\frac{\psi''}{\psi}=f(t).$$

La première de ces relations (6) donne $\psi=c\sqrt{\varphi'}$, c étant une constante, et la deuxième devient, en y remplaçant ψ par cette valeur,

$$(7)\qquad \frac{1}{2}\frac{\varphi'''}{\varphi'}-\frac{3}{4}\left(\frac{\varphi''}{\varphi'}\right)^2-\varphi'^2 f(\varphi)+f(t)=0.$$

Si $\varphi(t)$ est une intégrale particulière à cette dernière équation (7), l'équation proposée (4) admet une intégrale $F(x)$ satisfaisant à la relation

$$F[\varphi(x)]=A\sqrt{\varphi'(x)}\,F(x).$$

» III. Supposons, par exemple, que, dans l'équation (4), $f(x)$ désigne une fonction vérifiant la relation

$$f\left(\frac{\alpha x+\beta}{\gamma x+\delta}\right)=(\gamma x+\delta)^4 f(x),\quad (\alpha\delta-\beta\gamma=1)$$

(voir *Comptes rendus*, t. XCII, p. 335, Note de M. Poincaré); on aura alors une fonction $\varphi(t)$ satisfaisant à l'équation (7), en prenant $\varphi(t)=\frac{\alpha t+\beta}{\gamma t+\delta}$, ainsi qu'on le vérifie facilement. Il en résulte que, dans cette hypothèse sur $f(x)$, l'équation différentielle (4) admet une intégrale $F(x)$ vérifiant l'équation

$$(8)\qquad F\left(\frac{\alpha x+\beta}{\gamma x+\delta}\right)=\frac{A}{\gamma x+\delta}F(x).$$

» Je me réserve d'étudier les fonctions $F(x)$ satisfaisant à des relations telles que (8), ou plus généralement à des relations de la forme

$$F\left(\frac{\alpha x+\beta}{\gamma x+\delta}\right)=A(\gamma x+\delta)^m F(x),$$

fonctions qui ont, avec les fonctions fuchsiennes, le même rapport que les fonctions doublement périodiques de deuxième espèce de M. Hermite avec les fonctions doublement périodiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du deuxième ordre.* Note de M. **F.-G. Teixeira**, présentée par M. Hermite.

« Le but de cette Note est de faire voir que l'équation aux dérivées partielles du deuxième ordre

$$A\frac{d^2z}{dx\,dy} + B\frac{dz}{dy} + \psi\left(\frac{d^2z}{dx^2}, \frac{dz}{dx}, \frac{dz}{dy}, z, y, x\right) = 0,$$

où A et B sont des fonctions de x, y, z, $\frac{dz}{dx}$, peut être transformée dans une autre du premier degré par rapport à $\frac{d^2z}{dx^2}$ et $\frac{d^2z}{dx\,dy}$.

» Soit

$$u = f\left(x, y, z, \frac{dz}{dx}\right), \tag{1}$$

la fonction f étant déterminée au moyen de l'équation

$$A\frac{df}{dz} - B\frac{df}{d\frac{dz}{dx}} = 0. \tag{2}$$

En dérivant (1), on obtient

$$\left\{\begin{aligned} \frac{du}{dx} &= \frac{df}{dx} + \frac{df}{dz}\frac{dz}{dx} + \frac{df}{d\frac{dz}{dx}}\frac{d^2z}{dx^2} = 0, \\ \frac{du}{dy} &= \frac{df}{dy} + \frac{df}{dz}\frac{dz}{dy} + \frac{df}{\frac{dz}{dx}}\frac{d^2z}{dx\,dy} = 0, \end{aligned}\right. \tag{3}$$

En éliminant dans l'équation proposée $\frac{d^2z}{dx\,dy}$ et $\frac{d^2z}{dx^2}$ au moyen de (3), et en remarquant que $\frac{dz}{dy}$ disparaît alors à cause de (2), on obtient une équation de la forme suivante :

$$F\left(x, y, z, \frac{dz}{dx}, \frac{du}{dy}, \frac{du}{dx}\right) = 0.$$

Cette équation et l'équation (1) donnent

$$(4)\qquad z = \varphi\left(x, y, u, \frac{du}{dx}, \frac{du}{dy}\right),$$
$$\frac{dz}{dx} = \theta\left(x, y, u, \frac{du}{dx}, \frac{du}{dy}\right).$$

En dérivant la première des équations précédentes par rapport à x et en comparant avec la seconde, on trouve

$$\theta\left(x, y, u, \frac{du}{dx}, \frac{du}{dy}\right) = \frac{d\varphi}{dx} + \frac{d\varphi}{du}\frac{du}{dx} + \frac{d\varphi}{d\frac{du}{dx}}\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d\varphi}{d\frac{du}{dy}}\frac{d^2u}{dx\,dy} = 0.$$

Cette équation est linéaire du deuxième ordre et donne la valeur de u, qui, substituée dans l'équation (4), mène à l'intégrale demandée. »

MÉCANIQUE. — *Comment se transmet, dans un solide isotrope (en équilibre), la pression exercée sur une très petite partie de sa surface.* Note de M. **J. Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Parmi les questions concernant la manière dont les actions exercées à la surface des solides en équilibre se transmettent dans leur intérieur, une des plus simples, et même la première qui se présente à l'esprit, est celle des pressions qu'on fait naître dans un corps, lorsqu'on le touche en un de ses points ou, plus exactement, sur une très petite partie de sa surface, tandis que les parties éloignées de celle-là sont maintenues immobiles. Comme la pression ainsi exercée n'a d'effets très sensibles que dans le voisinage de sa région d'application, c'est-à-dire dans une étendue totale où la surface ne s'écarte pas, d'une manière appréciable, du plan tangent comprenant l'élément pressé, tout se passe, à fort peu près, comme si le corps, limité d'un côté (à l'état naturel) par le plan dont il s'agit, était indéfini suivant tous les autres sens, et rendu fixe en tous ses points infiniment distants de celui qui est directement comprimé, ou auquel on peut supposer réduite la région d'application.

» Adoptant pour axe des z la normale au même point, menée à l'intérieur du corps, et pour axes des x et des y deux tangentes rectangulaires (considérées dans l'état primitif), j'ai démontré [1] que les petits déplacements d'équilibre u, v, w d'une molécule quelconque (x, y, z) sont, en appelant $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ la distance de cette molécule à l'origine ou au

point d'application de la pression élémentaire, dP, dont il s'agit d'étudier les effets, et λ, μ les deux coefficients connus d'élasticité du corps,

$$(1)\quad \begin{cases} u = -\dfrac{dP}{4\pi\mu}\left[\dfrac{d^2 r}{dx\,dz} + \dfrac{\mu}{\lambda+\mu}\dfrac{d\log(z+r)}{dx}\right], \\ v = -\dfrac{dP}{4\pi\mu}\left[\dfrac{d^2 r}{dy\,dz} + \dfrac{\mu}{\lambda+\mu}\dfrac{d\log(z+r)}{dy}\right], \\ w = -\dfrac{dP}{4\pi\mu}\left[\dfrac{d^2 r}{dz^2} - \dfrac{2\lambda+3\mu}{\lambda+\mu}\dfrac{1}{r}\right]. \end{cases}$$

Or si l'on considère, dans le corps, des couches de matière parallèles à sa surface, rien n'est plus simple que de calculer, au moyen de ces formules de u, v, w, la pression qu'exerce chacune de ces couches sur celle qui la supporte ou qui est contiguë et plus profonde.

» En désignant par p_x, p_y, p_z les trois composantes par unité d'aire, en un point quelconque, de cette pression, on aura, toujours avec les notations de Lamé,

$$(2)\quad \begin{cases} p_x = -T_2 = -\mu\left(\dfrac{dw}{dx} + \dfrac{du}{dz}\right), \\ p_y = -T_1 = -\mu\left(\dfrac{dv}{dz} + \dfrac{dw}{dy}\right), \\ p_z = -N_3 = -\lambda\theta - 2\mu\dfrac{dw}{dz}, \end{cases}$$

où θ représente la dilatation cubique $\dfrac{du}{dx} + \dfrac{dv}{dy} + \dfrac{dw}{dz}$; et les formules (1) donneront, tous calculs faits,

$$(3)\quad p_x = \frac{3\,dP}{2\pi}\frac{z^2}{r^4}\frac{x}{r}, \quad p_y = \frac{3\,dP}{2\pi}\frac{z^2}{r^4}\frac{y}{r}, \quad p_z = \frac{3\,dP}{2\pi}\frac{z^2}{r^4}\frac{z}{r}.$$

» Donc *la pression normale* dP, *exercée en un point de la surface, se transmet, de chaque couche à la suivante, sous la forme de pressions obliques, dirigées exactement à l'opposé de ce point, et égales, par unité d'aire, à* $\dfrac{3\,dP}{2\pi}\dfrac{z^2}{r^4}$, *c'est-à-dire proportionnelles à la pression extérieure donnée* dP, *et en raison composée inverse du carré de la distance r au même point et du carré du rapport de cette distance à la profondeur z de la couche.*

» D'après les deux dernières lois, *si l'on mène, dans le corps, des sphères qui lui soient tangentes au point d'application de la force* dP, *la pression supportée*

---

[1] *Comptes rendus*, 20 mai 1878 et 7 avril 1879; t. LXXXVI, p. 1260, et t. LXXXVIII, p. 741.

par l'unité d'aire des couches parallèles à la surface sera constante en tous les points de chaque sphère et inversement proportionnelle, sur les diverses sphères, au carré de leurs diamètres.

» Il faut, pour l'équilibre d'un cylindre d'un très grand rayon décrit autour de la force extérieure dP comme axe, que cette pression dP, en se transmettant de couche en couche, garde son intensité totale; car les pressions appliquées aux deux bases du cylindre doivent, à elles seules, se neutraliser, celles qui le sont à sa surface convexe étant, par unité d'aire, comparables à l'inverse du carré de son rayon et n'ayant, par suite, sur toute la surface convexe, qui est seulement de l'ordre du même rayon, qu'une résultante négligeable. Et, en effet, sur la couche située à la profondeur z, l'intensité totale de la pression exercée est $2\pi\int_z^\infty p_z r\,dr$, vu que celle que supporte, en tout, une couronne élémentaire, ayant pour rayon intérieur $\sqrt{r^2-z^2}$ et pour largeur $d\sqrt{r^2-z^2}$, vaut le produit de p_z par l'aire

$$2\pi\sqrt{r^2-z^2}\,d\sqrt{r^2-z^2} = \pi d(r^2-z^2) = 2\pi r\,dr$$

de la couronne, produit qui n'est autre que $2\pi p_z r\,dr$, où le rayon $\sqrt{r^2-z^2}$ peut varier de zéro à l'infini et, par suite, r, de z à ∞. Or, en substituant à p_z sa valeur (3), l'intégration donne bien

$$2\pi\int_z^\infty p_z r\,dr = d\text{P}.$$

» Les formules (3) ne contiennent aucun coefficient d'élasticité; en sorte que *la transmission des pressions à partir de la surface, sur les couches de matière qui lui sont parallèles, se fait de la même manière dans tous les solides isotropes*. Il n'en serait plus de même sur des couches ayant d'autres directions.

» Remarquons enfin que les relations simples (1) et (3) ne s'appliquent qu'à des distances, r, de la surface directement touchée, très grandes par rapport à ses dimensions. Pour les points qui en sont voisins, il faut décomposer cette surface en une infinité d'éléments, sur chacun desquels s'exercera une certaine fraction, infiniment petite, de la pression donnée dP, et former les expressions totales de u, v, w, p_x, p_y, p_z par voie d'intégration, en ajoutant respectivement leurs valeurs partielles, relatives à ces diverses pressions élémentaires, et que donneront les formules ci-dessus. On reconnaît, de la sorte, assez facilement que, à des distances z de la surface très petites en comparaison des dimensions de la région touchée, la com-

posante normale p_z a sensiblement les mêmes valeurs, exprimées par une fonction arbitraire de x et y, qu'à la surface, tandis que les composantes tangentielles p_y, p_y y admettent les expressions $-z\frac{dp_z}{dx}$, $-z\frac{dp_z}{dy}$, nulles pour $z=0$. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la possibilité de l'équilibre électrique.* Note de M. LUCIEN LÉVY.

« M. Maurice Lévy, dans les leçons qu'il a professées cette année au Collège de France, a fait observer que la démonstration classique de ce théorème fondamental de l'Électrostatique, que *tout système de corps électrisés admet un état d'équilibre et un seul*, repose essentiellement sur ce qu'un certain déterminant posséderait la propriété d'être toujours différent de zéro; que, à sa connaissance, cette proprieté n'a pas été établie et qu'il serait désirable qu'elle le fût.

» Le but de la présente Note est de l'établir. Soient $S_1, S_2, \ldots, S_n$ n conducteurs à la surface desquels sont réparties respectivement les quantités d'électricité $E_1, E_2, \ldots, E_n$.

» Soit u_i une intégrale de l'équation

$$\Delta_2 u = \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2} = 0;$$

u_i est déterminée par les conditions suivantes:

1° $u_i = 0$ à l'infini;

2° $u_i = 1$ à la surface et à l'intérieur du conducteur S_i;

3° $u_i = 0$ à la surface et à l'intérieur de tous les autres conducteurs. De plus u_i est finie et continue ainsi que ses dérivées premières. On sait, par un théorème de Dirichlet, que u_i ne peut avoir dans tout l'espace que des valeurs comprises entre 0 et 1; il en résulte que l'intégrale de surface $\int \frac{du_i}{dn}\,ds$ est positive sur tous les conducteurs, sauf sur S_i, et négative sur S_i, si l'on désigne par n la normale extérieure au conducteur. Si donc on pose $u_{ji} = \int \frac{du_i}{dn}\,ds_j$, on aura

$$u_{ji} > 0 \text{ pour } j \text{ différent de } i;$$
$$u_{ji} < 0 \text{ pour } j = i$$

» Considérons la fonction $u = u_1 + u_2 + \ldots + u_n$; c'est une intégrale de l'équation $\Delta_2 u = 0$; elle est finie et continue, ainsi que ses dérivées, à la valeur 1 à la surface et à l'intérieur de tous les conducteurs, et est nulle à l'infini. Donc elle est comprise entre 0 et 1 dans l'espace, et l'intégrale de surface $\int \frac{du}{dn} dS$ est négative à la surface de chaque conducteur. Nous poserons, a_i étant un nombre positif,

$$(1) \qquad \int \frac{du}{dn} dS_i = u_{i1} + u_{i2} + \ldots + u_{in} = -a_i.$$

» Cela posé, le problème général de la distribution de l'électricité se ramène à la résolution des équations

$$(2) \qquad \left\{ \begin{array}{l} C_1 u_{11} + C_2 u_{12} + \ldots + C_n u_{1n} = -4\pi E_1, \\ C_1 u_{21} + C_2 u_{22} + \ldots + C_n u_{2n} = -4\pi E_2, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ C_1 u_{n1} + C_2 u_{n2} + \ldots + C_n u_{nn} = -4\pi E_n, \end{array} \right.$$

et, par suite, la discussion du problème revient à prouver que le déterminant d'ordre n

$$\Delta = \begin{vmatrix} u_{11} & u_{12} & \ldots & u_{1n} \\ u_{21} & u_{22} & \ldots & u_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ u_{n1} & u_{n2} & \ldots & u_{nn} \end{vmatrix}$$

n'est jamais nul.

» Dans ce déterminant, tous les éléments sont positifs, sauf ceux de la diagonale principale qui sont négatifs; de plus, la somme des éléments d'une même ligne horizontale est négative. Nous appellerons δ_p tout déterminant p qui jouira de ces trois propriétés.

» Appelons α_i la somme des éléments positifs dans la $i^{\text{ième}}$ ligne horizontale de Δ_n; Δ_n s'écrit alors, en tenant compte de (1),

$$(3) \qquad \Delta_n = \begin{vmatrix} -\alpha_1 - a_1 & u_{12} & \ldots & u_{1n} \\ u_{21} & -\alpha_2 - a_2 & \ldots & u_{2n} \\ \ldots & \ldots\ldots\ldots & \ldots & \ldots \\ u_{n1} & u_{n2} & \ldots & -\alpha_n - a_n \end{vmatrix}.$$

» Théorème. — *Si l'on a* $\delta_k = (-1)^k P$ *pour toutes les valeurs de* k *inférieures ou égales à* $n-1$, *on a* $\delta_n = (-1)^n Q$, P *et* Q *représentant deux nombres positifs.*

» Tout déterminant δ_n pouvant se mettre évidemment sous la forme donnée à Δ_n (équation 3), nous développerons Δ_n.

» Ordonnons Δ_n par rapport aux quantités a_i. Le terme indépendant des a_i est un déterminant identiquement nul : on le voit en ajoutant toutes les colonnes verticales à l'une d'entre elles. Le coefficient de $-a_1$ est

$$\begin{vmatrix} -\alpha_2 & u_{23} & \dots & u_{2n} \\ u_{32} & -\alpha_3 & \dots & u_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{n2} & u_{n3} & \dots & -\alpha_n \end{vmatrix},$$

c'est-à-dire un δ_{n-1}, car

$$\alpha_2 = (u_{23} + u_{24} + \dots + u_{2n}) + u_{21}.$$

Les coefficients de $-a_2$, de $-a_3$, ..., sont aussi des δ_{n-1}.

» Considérons maintenant un terme contenant p quantités a_i, par exemple le terme qui contient $a_1, a_2, \dots, a_p$; son coefficient est

$$(-1)^p \begin{vmatrix} -\alpha_{p+1} & u_{p+1,p+2} & \dots & u_{p+1,n} \\ u_{p+2,p+1} & -\alpha_{p+2} & \dots & u_{p+2,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ u_{n,p+1} & u_{n,p+2} & \dots & -\alpha_n \end{vmatrix},$$

c'est-à-dire un δ_{n-p}. On peut donc écrire

$$\begin{aligned} \Delta_n = & -\Sigma a_1 \delta_{n-1} + (-1)^2 \Sigma a_1 a_2 \delta_{n-2} + \dots \\ & + (-1)^p \Sigma a_1 a_2 \dots a_p \delta_{n-p} + \dots + (-1)^n a_1 a_2 \dots a_n. \end{aligned}$$

Or, par hypothèse,

$$\delta_{n-p} = (-1)^{n-p} \mathrm{P}.$$

Donc

$$\Delta_n = (-1)^n \mathrm{Q}. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

» *Corollaire.* — On a

$$\Delta_1 = u_{11} = (-1)^n \mathrm{Q};$$

donc on a toujours et sans exception

$$\Delta_n = (-1)^n \mathrm{Q},$$

Q étant un nombre essentiellement positif.

» *Remarque.* — MM. Helmholtz et W. Thomson ont démontré que le déterminant Δ_n est symétrique; mais cette intéressante propriété n'est pas utile dans notre démonstration. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le rendement et la limite de l'opération du transport de la force par l'électricité.* Note de M. MAURICE LÉVY, présentée par M. J. Bertrand.

« On a deux machines, l'une génératrice d'électricité, l'autre réceptrice, reliées par un circuit dont la résistance totale, y compris les résistances des machines, est $\mathfrak{S}$.

» Soient $\mathfrak{T}_m$ le travail moteur qu'il faut dépenser par seconde pour faire fonctionner la première; E sa force électromotrice. Soient $\mathfrak{T}_u$ le travail utile fourni par la seconde, et E′ sa force électromotrice, laquelle est de sens contraire à E.

» On aura, si I est l'intensité de courant,

$$(a)\qquad \left\{\begin{array}{c} \mathfrak{T}_m = EI, \quad \mathfrak{T}_u = E'I, \\ \text{et, en vertu de la loi de Ohm,} \\ E - E' = \mathfrak{S}I. \end{array}\right.$$

» Ces trois équations, résolues par rapport à I, E′ et $\mathfrak{T}_m$, donnent

$$I = \frac{E - \sqrt{E^2 - 4\mathfrak{S}\mathfrak{T}_u}}{2\mathfrak{S}},$$

$$E' = \frac{E + \sqrt{E^2 - 4\mathfrak{S}\mathfrak{T}_u}}{2},$$

$$\frac{\mathfrak{T}_u}{\mathfrak{T}_m} = \frac{E'}{E} = \frac{1 + \sqrt{1 - \frac{4\mathfrak{S}\mathfrak{T}_u}{E^2}}}{2}.$$

» Pour que le courant puisse exister, c'est-à-dire pour que I soit réel, il faut que $\mathfrak{S} < \frac{E^2}{4\mathfrak{T}_u}$, de sorte que la plus grande valeur de $\mathfrak{S}$ est

$$\mathfrak{S} = \frac{E^2}{4\mathfrak{T}_u}.$$

» Elle croît comme le carré de la force électromotrice de la machine génératrice; mais cette force elle-même ne peut pas croître indéfiniment, parce que, au delà d'une certaine limite, on ne pourrait plus isoler les fils. Soit E_0 cette limite; alors on aura pour le maximum de $\mathfrak{S}$, qu'on ne pourra dépasser avec aucune machine,

$$\mathfrak{S} = \frac{E_0^2}{4\mathfrak{T}_u}.$$

» Ainsi il existe pour la résistance $\mathfrak{S}$, à travers laquelle on peut transmettre un travail donné $\mathfrak{T}_u$, une limite *indépendante de la puissance des machines motrices ou électriques dont on dispose*, et passé laquelle la force électromotrice ne produit que des décharges *disruptives* et non le mouvement du récepteur, exactement comme il existe, pour la puissance de traction d'une locomotive, une limite qui ne dépend que de son propre poids et non de la puissance de la machine, et passé laquelle la force de la vapeur ne produit que le *patinage* des roues et non la marche du convoi.

» Supposons donc qu'on ait adopté, pour la force électromotrice qu'on ne veut pas dépasser, une valeur E égale ou inférieure à E_0. Alors se présentent ces deux problèmes :

» 1° Deux machines (que je particularise maintenant et que je suppose être des machines dynamo-électriques) étant données, on veut les utiliser pour transmettre un travail utile $\mathfrak{T}_u$ à travers un circuit de résistance *extérieure* donnée R, sans dépasser une force électromotrice E. Déterminer tous les éléments du problème, à savoir : la vitesse à imprimer à l'anneau de la machine génératrice; celle que prendra, par suite, l'anneau de la réceptrice; la force électromotrice de celle-ci; l'intensité du courant et enfin le rendement.

» 2° Conservant ces deux machines, conservant également les volumes des fils de cuivre enroulés soit sur leurs inducteurs, soit sur leurs anneaux, ainsi que les volumes correspondants de matière isolante, on veut modifier les sections et longueurs de ces fils et, par suite, leurs résistances, de façon à obtenir un rendement meilleur et à arriver au maximum de rendement dont les deux machines sont susceptibles.

» 1° Soient b_0 et a_0 les résistances des bobines inductrices et de l'anneau de celle des deux machines données qui doit servir de génératrice; soit n_0 le nombre de tours que doit faire son anneau par minute. Entre sa force électromotrice E et l'intensité I du courant, on a une relation de la forme

$$E = \varphi(I) \times n_0 \sqrt{a_0 b_0} \quad (4)$$ [1],

où $\varphi(I)$ est une fonction facile à déterminer expérimentalement et à représenter graphiquement, comme l'a montré M. Marcel Deprez [2]. Cette fonc-

(1) Voir la Communication de sir W. Thomson (*Comptes rendus*, séance du 19 septembre 1881.)

(2) *Comptes rendus*, séance du 16 mai 1881.

tion, qui s'annule évidemment pour $I = 0$, peut être réduite à la forme linéaire KI pour des valeurs peu élevées de I, ce qui est le cas, puisque, comme le montrent les formules (3) et (1), il y a intérêt à prendre des courants de grande tension et, par suite, de faible intensité; la constante K peut alors être déterminée par une seule observation. Pour nous, ce qu'il importe de noter, c'est que cette fonction, quelle qu'en soit la forme, est continuellement croissante avec I, qu'elle est indépendante de la vitesse de l'anneau, indépendante aussi des résistances a_0 et b_0, si, en modifiant ces résistances, on a soin de conserver les volumes des fils et ceux de leurs isolants.

» On aura de même, pour la machine réceptrice, en accentuant les constantes qui la concernent, une équation de la forme

$$E' = \Psi(I) \times n'_0 \sqrt{a'_0 b'_0}, \tag{5}$$

où $\Psi(I)$ peut, pour de faibles valeurs de I, être réduite à la forme K'I.

» D'ailleurs, la résistance totale est ici

$$\mathfrak{S} = a_0 + b_0 + a'_0 + b'_0 + R. \tag{6}$$

» Moyennant cette valeur de $\mathfrak{S}$, les équations (1), (2), (3) fournissent les trois inconnues I, E' et $\frac{\mathfrak{T}_u}{\mathfrak{T}_m}$; puis (5) et (6) donneront les vitesses n_0 et n'_0 des anneaux.

» Si, au lieu de se donner E, on se donnait *a priori* la vitesse n_0 de l'anneau de la génératrice, les six équations (a), (4), (5), (6) n'en fourniraient pas moins tous les éléments du problème, y compris E. Le rendement sera d'autant plus grand que R sera plus petit, c'est-à-dire que la section des fils du circuit extérieur sera plus grande, en sorte que, pour améliorer le rendement, il faut faire un sacrifice sur la dépense de premier établissement du circuit. Cette résistance R a d'ailleurs un maximum en dessous duquel il faut se tenir, et qui est

$$\frac{E^2}{4\mathfrak{T}_u} - a_0 - b_0 - a'_0 - b'_0. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE APPLIQUÉE. — *Systèmes articulés, assurant le mouvement rectiligne ou la courbure circulaire.* Note de M. le prince **Gagarine**, présentée par M. Tresca.

« Depuis plus de cinq ans, M. le professeur Tchebichef a fait connaître un système d'articulations qui permet de donner approximativement à une

droite un mouvement rectiligne. Plusieurs mécanismes à l'aide desquels on imprime à un point un mouvement rectiligne rigoureux étant parfaitement connus, on peut, en reliant entre eux deux points respectivement munis d'un même mécanisme, obtenir plus rigoureusement ce mouvement d'une droite. Le grand nombre de tiges articulées qu'exige ce système (généralement quatorze, sans compter la droite elle-même) n'est pas sans inconvénient.

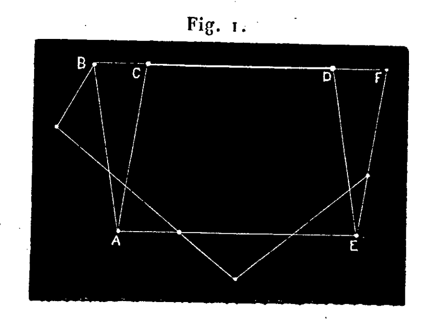
» L'articulation présentée par le prince Gagarine est basée sur les principes élémentaires de la Géométrie et offre les avantages suivants sur les solutions antérieures.

» 1° Le mécanisme peut n'être pas répété pour deux points de la droite, ce qui fait que le mouvement rectiligne rigoureux est réalisé pour la première fois par huit tiges articulées seulement.

» 2° Les mouvements de la droite ont une plus grande amplitude.

» 3° La longueur arbitraire des tiges AB, AC, ED, EF assure pour la

Fig. 1.



droite CF (*fig.* 1), et sans que l'on soit obligé de changer les autres éléments de l'articulation, une marche plus ou moins grande.

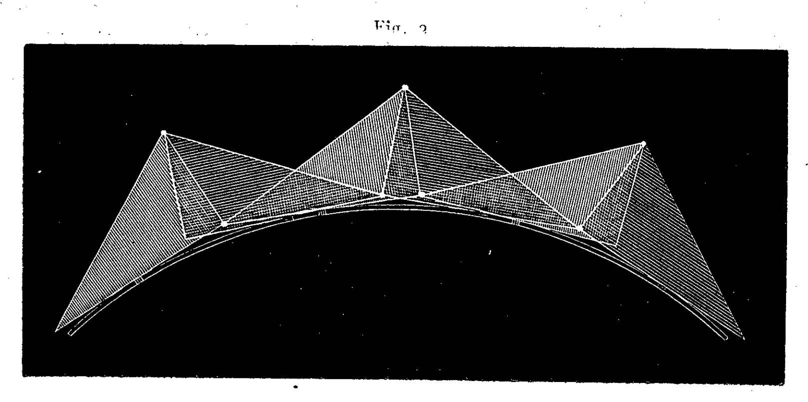
» Ce mécanisme est basé sur les mêmes principes géométriques que la règle circulaire du même auteur.

» Pour tracer des arcs de cercle à grands rayons de courbure, la solution de M. Tchebichef forme une partie de polygone régulier auquel est fixée une règle flexible, maintenue tangente aux différents éléments qui la composent. La portion excédante de la règle varie de manière à servir de mesure au rayon de courbure dans chaque position.

» La règle circulaire du prince Gagarine contient le même nombre de charnières que celle de M. Tchebichef. En théorie, elle donne une solution rigoureuse au lieu d'une solution approximative. Elle comporte un nombre double de points de contact, qui se répartissent d'autant plus également que le rayon de courbure est plus petit, c'est-à-dire dans les cir-

constances mêmes où cette condition est le plus nécessaire. En éloignant la règle elle-même des tiges articulées, la mesure du rayon de courbure se

Fig. 2.



fait à une plus grande échelle et par conséquent avec une exactitude plus grande.

» Dans les deux mécanismes, la relation des bras et des leviers et les grandeurs des angles sont soumises, pour plus de précision, à la condition que les défauts de construction aient le moins d'influence possible sur les résultats, lorsque les rayons de courbure sont très grands. »

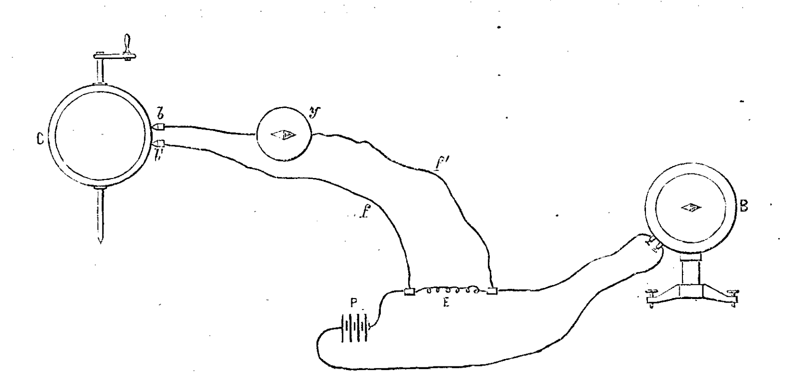
ÉLECTRICITÉ. — *Méthode expérimentale pour la détermination de l'ohm*; par M. G. LIPPMANN.

L'attention de l'Académie a été récemment appelée sur le problème de la graduation de résistances électriques en valeur absolue. Peut-être sera-t-il utile d'employer, pour cette importante détermination, des méthodes variées, afin que leur contrôle mutuel soit efficace. Parmi les méthodes que l'on peut imaginer pour cet objet, la suivante me paraît, par sa simplicité relative et la précision qu'elle promet, mériter l'honneur d'être soumise au jugement de l'Académie.

On prend l'étalon même E dont on veut connaître la résistance absolue r, et qui est, par exemple, une colonne de mercure entourée de glace fondante; on l'intercale dans le circuit d'une pile à sulfate de cuivre P, de façon qu'il est traversé par un courant d'intensité constante i. Il naît aux extrémités de l'étalon une différence de potentiel dont la valeur est e. On a dès lors

$$r = \frac{e}{i},$$

à condition que les quantités i et e soient évaluées en unités électromagnétiques absolues. Afin de connaître le dénominateur i, on fait passer le courant de pile qui traverse l'étalon à travers une boussole des tangentes B. Afin de connaître le numérateur e, on fait usage d'une méthode d'opposition. A cet effet, on dispose dans une salle voisine un cadre vertical C mobile autour d'un axe vertical, et auquel on imprime une vitesse de rotation de n tours par seconde. Ce cadre porte un fil de cuivre dont le circuit reste toujours ouvert; aucun courant n'y prend donc naissance; seulement le magnétisme terrestre y fait naître une force électromotrice d'induction qui atteint une valeur maxima e au moment où le plan du cadre coïncide avec le plan du méridien magnétique. A ce moment, les extré-



mités du fil induit mobile sont mises en communication pendant un temps très court avec les extrémités de l'étalon E, par l'intermédiaire de deux fils f, f' disposés à poste fixe; on a soin que la force électromotrice d'induction e soit de sens contraire à la différence de potentiel ri qui a lieu aux extrémités de E; si l'intensité i est telle que la différence de potentiel ri soit égale à e, aucun courant ne se produit dans les fils f, f'. En observant un galvanoscope y placé sur le trajet d'un de ces fils, on s'assure qu'il ne dévie pas et que, par conséquent, l'égalité $e = ri$ est satisfaite. On emploie comme galvanoscope un galvanomètre astatique de Sir W. Thomson. La marche des expériences est donc la suivante : un premier observateur s'occupe de rendre la vitesse de rotation n constante et de l'enregistrer; un deuxième observateur fait varier l'intensité i d'une manière continue au moyen d'un rhéostat, jusqu'à ce que le galvanoscope y se maintienne au zéro. Enfin, une troisième personne note la déviation α de la boussole

des tangentes. On a dès lors

$$r = \frac{nS}{K \tang \alpha};$$

S est l'aire enveloppée par le fil du cadre, mobile, et K la constante de la boussole B; ces deux quantités sont connues par construction.

» On voit que les quantités n et α sont précisément les mêmes que celles qu'il est nécessaire de déterminer dans la méthode si ingénieuse employée autrefois par un Comité de l'Association Britannique. L'avantage du procédé que j'ai l'honneur d'exposer, c'est qu'il rend inutiles certaines corrections, et qu'il supprime certaines perturbations qni interviennent dans les expériences du Comité. Il est d'ailleurs indépendant de l'intensité du magnétisme terrestre.

» D'abord le courant dont on mesure l'intensité est constant; il en résulte qu'il n'y a plus lieu de s'occuper des extra-courants. Dans un savant travail, récemment publié sous les auspices de la Société royale de Londres, lord Rayleigh et M. Schuster ont montré combien le calcul de la correction due aux extra-courants est difficile; l'un de ces savants fait remarquer que cette correction est importante, et qu'elle devait s'élever dans les expériences des comités faits avec de grande vitesse jusqu'à 8 pour 100 du résultat final (¹). Il y a donc avantage à supprimer les extra-courants, en même temps que les courants induits dans les supports métalliques de l'appareil.

» En second lieu, le cadre mobile C est à une grande distance de l'aiguille de la boussole B. Il en résulte que cette aiguille ne peut plus par son aimantion faire naître de courants induits dans le cadre mobile, et que la correction qui était nécessaire de ce chef est supprimée. On se souvient que, dans les déterminations faites par le Comité de l'Association Britannique, on tenait compte par le calcul de cette induction ; on se souvient aussi que, pour rendre cette correction plus petite, on faisait usage d'une aiguille très faiblement aimantée; or, ainsi que l'ont fait remarquer divers auteurs, une aiguille très faiblement aimantée n'est plus dirigée que par des forces très petites; elle devient donc particulièrement sensible aux actions perturbatrices, telles que les courants d'air, la torsion du fil de cocon, les trépidations; on a même pensé à expliquer ainsi ce fait singulier signalé par le Comité dans ses expériences, que les déviations de l'aiguille varient en grandeur de 3 à 8 pour 100 suivant le sens de la rotation du cadre. Si l'on éloigne le cadre de l'aiguille, on peut donner sans crainte à

(¹) *Proc. Roy. Soc.*, n° 213, p. 106; 1881.

celle-ci la plus forte aimantation; on est libre aussi, sans crainte des trépidations, de donner au cadre tournant une très grande vitesse de rotation, et de disposer des dimensions de ce cadre, ainsi que de celles de la boussole, de la manière la plus favorable aux mesures.

» Afin d'établir à chaque tour la communication entre les extrémités du fil induit C et celles de l'étalon E, on fait aboutir les bouts du fil induit à de petits balais fixés à une extrémité du diamètre horizontal du cadre C, et on termine les fils F, F' par deux contacts fixés dans le plan du méridien magnétique. Aucune précision n'est nécessaire pour cet ajustement. Car, en admettant que les contacts fixes sous-tendent un angle de 1° (ou $\frac{1}{50}$ du rayon de part et d'autre du plan du méridien), l'erreur qui en résulte ne serait encore que de $\frac{1}{5000}$. Les contacts glissants sont toujours irréguliers, et ne se prêteraient pas à la mesure d'un courant; mais ici ils ne doivent servir qu'à constater la non-existence d'un courant. Enfin la sensibilité du galvanomètre astatique déployée en y est connue, et l'on peut s'assurer par le calcul que la lecture de cet instrument peut n'introduire qu'une incertitude inférieure à $\frac{1}{1000}$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Action du froid sur l'arc voltaïque.* Note de M. **D. Tommasi.**

« *Conclusions.* — Lorsque l'arc voltaïque jaillit entre deux rhéophores métalliques, en cuivre par exemple, formés chacun d'un tube recourbé en U, traversé par un courant rapide d'eau froide, et placés horizontalement l'un vis-à-vis de l'autre, on observe les faits suivants :

» 1° Le pouvoir éclairant de l'arc se trouve considérablement affaibli; il est réduit pour ainsi dire à un simple point lumineux, alors même que l'on emploie un courant électrique très intense (50 à 75 éléments de Bunsen grand modèle).

» 2° L'arc, si l'on peut le nommer ainsi, est très instable; le moindre souffle suffit pour l'éteindre [1].

» 3° Si l'on place au-dessus de l'arc, à une distance de $0^m,004$ à $0^m,005$, une feuille de papier, on voit, après quelques instants, se produire un point noir, qui s'étend et finit par se percer; mais le papier ne s'enflamme pas.

» 4° L'arc est constitué par un globule lumineux, se mouvant entre les

---

[1] L'instabilité de cet arc est telle qu'il ne peut pas enflammer une allumette sans s'éteindre lui-même.

deux rhéophores de haut en bas et de bas en haut. La forme de ce globule, ainsi que son extrême mobilité, le fait ressembler beaucoup à une goutte de liquide se trouvant à l'état sphéroïdal.

» 5° Si l'on approche de l'arc voltaïque le pôle sud d'un barreau aimanté, l'arc est attiré et se rapproche tellement de l'aimant qu'il finit par sortir des rhéophores et s'éteindre. Le même fait s'observe, mais en sens inverse, en approchant de l'arc le pôle nord d'un aimant.

» 6° La quantité d'ozone semble être plus forte que lorsque l'arc n'est pas refroidi.

» Il est à remarquer que, malgré le refroidissement des deux rhéophores, la flamme de l'arc est légèrement verte, ce qui prouve qu'une partie du cuivre brûle. On est, dès lors, en droit de se demander si l'arc se produirait en prenant comme rhéophores deux tubes en platine, dans lesquels on ferait circuler, par exemple, de l'alcool refroidi à — 30°. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode électrique servant à déterminer, par le moyen d'une aiguille, la position et la profondeur d'un projectile, ou autre substance métallique, dans le corps humain.* Note de M. A. GRAHAM BELL.

« Le but de la Communication que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie est de faire connaître une méthode simple, à l'aide de laquelle la douleur et le danger résultant de l'extraction d'un projectile du corps humain sont réduits à un minimum. Il arrive souvent, dans des opérations de ce genre, que la balle ne se trouve pas à l'endroit où l'incision a été faite. Il faut alors la chercher autre part, et la blessure inutile peut ajouter à la gravité de l'état du malade.

» Je propose, comme préliminaires d'une opération, d'enfoncer une aiguille fine dans la région soupçonnée d'être le siège du projectile. Cette aiguille communique à l'une des bornes d'un téléphone que le chirurgien tient à son oreille. L'autre borne est mise en relation avec la surface de la peau du malade. Lorsque la pointe de l'aiguille rencontre la balle de plomb, une pile se trouve naturellement formée par le plomb et la surface métallique appliquée sur la peau. Il en résulte qu'un courant électrique traverse les bobines du téléphone, et que celui-ci fait entendre un bruit chaque fois que l'aiguille touche le plomb. Le chirurgien peut alors opérer une incision en toute confiance, et même se servir de l'aiguille comme d'un guide pour son couteau.

» Si, au contraire, la présence de la balle n'était pas révélée par l'ai-

guille, aucune blessure nouvelle n'aurait été faite inutilement au patient, car tout le monde sait que la piqûre d'une aiguille est si peu dangereuse, que l'on peut transpercer impunément toute partie du corps. La douleur que l'on ressent d'une piqûre est aussi fort légère, et il est même possible de la supprimer par l'éthérisation de la région soumise à l'expérience. Les meilleurs effets seront obtenus en appliquant sur la peau une plaque métallique formée de la même substance que l'aiguille, de manière à éviter toute action galvanique avant le contact de cette dernière et du projectile.

» Cette méthode a été expérimentée dans le laboratoire Volta, à Washington. Une balle de plomb avait été introduite dans un morceau de bœuf, et fut cherchée de la façon que je viens de dire. Le contact de l'aiguille avec les os ne produisait pas d'effet, tandis qu'un son très net était perçu chaque fois que l'aiguille touchait le plomb. On peut penser que cette méthode d'exploration rendrait de grands services sur un champ de bataille, où l'emploi d'appareils compliqués est impossible.

» Les sons ainsi produits, quoique très suffisamment distincts, sont nécessairement faibles, mais une modification de l'appareil permet d'obtenir des effets beaucoup plus marqués. Cette modification consiste à introduire dans le circuit un trembleur qui produit de très nombreuses interruptions, de manière à faire entendre une note musicale dans le téléphone, à chaque contact de la balle et de l'aiguille.

» Lorsque le circuit comprend une pile, le téléphone peut se faire entendre à plusieurs personnes à la fois, tant est grand l'accroissement du son. Dans ce dernier cas, le téléphone donne un son à partir du moment où l'aiguille pénètre dans la peau; mais ce son est très faible, en raison de la grande résistance offerte par le corps humain au passage du courant. Aussitôt que l'aiguille vient à toucher le plomb, un accroissement de son se produit, à cause de l'accroissement de surface des électrodes métalliques et de la chair, qui cause une diminution de résistance dans le circuit. Les effets sont encore mieux marqués lorsqu'on se sert d'une aiguille recouverte d'un vernis isolant, excepté à sa pointe. Il est préférable de se servir d'une pile très faible, et d'avoir soin de ne pas opposer sa force électromotrice à celle que développe le plomb lui-même.

» Je dois ajouter que ces méthodes d'exploration m'ont été suggérées par les ingénieuses sondes électriques de M. G. Trouvé, dans lesquelles deux conducteurs sont employés, la balle complétant le circuit. J'ai constaté que les effets d'une sonde électrique sont beaucoup améliorés par l'emploi d'un téléphone et d'un rhéotome.

» Un galvanomètre peut évidemment servir, dans toutes ces expériences, à la place du téléphone, et alors le rhéotome sera inutile. La présence du projectile sera alors constatée par la déviation de l'aiguille de ce galvanomètre. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelle démonstration du théorème de Riemann.* Note de M. **Croullebois**, présentée par M. Resal.

« M. Clausius (1) a présenté le théorème de Riemann comme une conséquence de la formule de Green; on peut démontrer plus directement cette importante proposition. Le théorème est ainsi énoncé par M. Clausius :

» *Soient donnés deux corps conducteurs* A *et* B *qui peuvent être isolés ou mis en communication avec la terre par un conducteur; dans le voisinage de ceux-ci peuvent se trouver un nombre quelconque d'autres corps conducteurs, mis en communication avec la terre au moyen de conducteurs. Tandis que* B *est en communication avec le sol et que* A *est isolé, ce dernier corps est chargé d'électricité jusqu'à un certain niveau potentiel* K. *Soit* Q_b^a *la quantité d'électricité accumulée par influence sur* B *dans ces circonstances.* A *est ensuite mis en communication avec le sol, tandis que* B *est isolé et chargé d'électricité jusqu'au même niveau potentiel* K. *Soit* Q_a^b *la quantité d'électricité accumulée par influence sur* A, *dans ces circonstances; on devra avoir*

$$Q_a^b = Q_b^a.$$

» Soient à l'origine les deux conducteurs A et B, escortés d'un nombre quelconque de conducteurs, tous reliés au sol, c'est-à-dire au potentiel zéro. Isolons A et portons-le au potentiel V_1; cet accroissement de potentiel aura pour effet d'élever la charge de A de o à Q_a^a, et d'induire des charges sur les autres conducteurs, et en particulier sur B la charge Q_b^a; on peut poser

$$Q_a^a = C_a^a V_1 \quad \text{et} \quad Q_b^a = C_b^a V_1,$$

C_a^a étant la capacité de A, et C_b^a le coefficient d'induction de A sur B.

» Déchargeons A, en le mettant en communication avec le sol, et portons-le au potentiel V_2; il vient pareillement, dans ce second état d'équilibre, pour les charges acquise sur B et induite sur A,

$$Q_b^b = C_b^b V_2, \quad Q_a^b = C_a^b V_2,$$

(1) Clausius, *Théorie mécanique de la chaleur*, t. II, p. 38 à 44.

C_b^b étant la capacité de B, et C_a^b le coefficient d'induction de B sur A. Il s'agit de démontrer que $C_a^b = C_b^a$. Superposons ces deux états d'équilibre, nous aurons un nouvel état d'équilibre, caractérisé par les charges M_a et M_b sur les conducteurs A et B,

$$(1) \qquad \begin{cases} M_a = C_a^a V_1 + C_a^b V_2, \\ M_b = C_b^a V_1 + C_b^b V_2. \end{cases}$$

L'énergie électrique actuelle W du système est, par les équations (1), de la forme

$$(2) \qquad W = \tfrac{1}{2}\Sigma MV = r(V_1)^2 + t.V_1V_2 + s(V_2)^2.$$

» Actuellement, faisons subir au système une déformation infiniment petite, en produisant, par exemple, un très faible déplacement relatif des conducteurs. Les charges ne changeront pas, les potentiels seuls varieront, et la variation correspondante de l'énergie sera

$$\delta W = \tfrac{1}{2}M_a\delta V_1 + \tfrac{1}{2}M_b\delta V_2.$$

Ainsi $\frac{1}{2}M_a$ et $\frac{1}{2}M_b$ sont respectivement les coefficients différentiels partiels de la fonction W, par rapport aux potentiels V_1 et V_2. Différentiant donc (2) par rapport à V_1, on trouve pour le développement de M_a

$$2rV_1 + tV_2;$$

de même, différentiant par rapport à V_2, on trouve pour le développement de M_b

$$tV_1 + 2sV_2.$$

Enfin, comparant ces résultats avec les équations (1), on voit que

$$C_a^b = C_b^a;$$

c'est ce qu'il fallait démontrer. »

OPTIQUE. — *Le spectroscope à vision directe, à spath calcaire.* Note de M. **Ch.-V. Zenger.**

« Je me suis proposé de chercher des substances biréfringentes autres que le quartz, pour la construction du parallélépipède de dispersion, afin de rendre le spectroscope plus puissant et plus commode pour les recherches

d'Astronomie physique; par exemple, pour l'observation des protubérances solaires, ou pour celles des comètes et des astres faibles.

» Aucune substance biréfringente ne se prête mieux à cet usage, par sa transparence pour les rayons ultra-violets, que le spath calcaire. J'ai fait construire un prisme de $0^{m},020$ de longueur d'arrêt, et de 75° d'angle réfringent. En le combinant avec un prisme à fluide, de même angle, on obtient un parallélépipède à dispersion, dépassant 22° à peu près, quand on emploie le sulfure de carbone, l'huile de cassia ou d'autres liquides produisant une dispersion considérable.

Spath calcaire.	*Sulfure de carbone.*
$a = 1,6497$	$a' = 1,6142$
$h = 1,6833$	$h' = 1,7020$
$\log \frac{a}{a'} = 0,00946$	$\log \frac{h}{h'} = 9,99520$

ce qui donne

$$\log \sin r_0 = 9,99054, \quad r_0 = 78^{\circ}5',$$

angle de la réflexion totale commençant au rouge.

» Supposons que cet angle soit très voisin de l'angle réfringent du prisme à spath calcaire; par exemple

$$u = 78^{\circ};$$

alors nous obtenons, pour la raie a,

$$\begin{aligned}
0,00946 &= \log \frac{a}{a'},\\
9,99040 &= \log \sin 78^{\circ},\\
9,99986 &= \log \sin 88^{\circ}\,33',\\
\log \sin(-10^{\circ}33') &= 9,26267_n,\\
\log a' &= 0,20795,\\
\log \sin(-17^{\circ}11') &= 9,47062_n
\end{aligned}$$

» Pour la raie h, on a de même

$$\begin{aligned}
9,99520 &= \log \frac{h}{h_1},\\
9,99040 &= \log \sin 78^{\circ},\\
9,98560 &= \log \sin 75^{\circ}20'\\
\log \sin(+2^{\circ}40') &= 8,66769\\
\log h' &= 0,23096\\
\log \sin(+4^{\circ}33') &= 8,89865
\end{aligned}$$

ce qui donne

$$\varphi = 4^{\circ}33' - (-17^{\circ}11') = 21^{\circ}44'.$$

» La dispersion ainsi obtenue est énorme, et, quand on dépasse la valeur limite de l'angle réfringent, on arrive aisément à la réflexion totale de rayons jusqu'à C, par exemple, tandis que les rayons orangés, de D à h, passent par le parallélépipède. On obtient ainsi l'image rouge monochromatique des protubérances avec une grande intensité, en raison de la faiblesse de la perte par absorption, tandis que la perte par réflexion devient nulle.

» Les rayons extraordinaires sont tous réfléchis, à cause de la petite valeur de l'indice de réfraction, et l'on a seulement un spectre produit par les rayons ordinaires.

» Quand on place le prisme de sulfure de carbone en avant, on a

$$\log\left(\frac{a'}{a}\right) = 9,99054, \quad \log\left(\frac{h'}{h}\right) = 0,00480,$$

$$\log 81^\circ 30' = 9,99520;$$

l'angle de réflexion totale est donc de $81^\circ 30'$ pour le rayon violet.

» On n'a pas besoin de construire un autre prisme de spath calcaire; au contraire, le prisme de 78° suffit, quand on donne au rayon incident une inclinaison telle qu'il tombe sur la face de séparation sous un angle plus grand que 78°.

» On peut éliminer tel rayon que l'on voudra, du spectre émergent, en inclinant le parallélépipède de plus en plus; finalement, on peut apercevoir les protubérances à travers le parallélépipède, dans la lumière rouge appartenant à la raie C.

» On peut obtenir le même résultat en employant une solution de phosphore dans le sulfure de carbone, ou en donnant un angle de 82° au prisme de sulfure de carbone. »

M. **Zenger** prie l'Académie de vouloir bien ouvrir un pli cacheté qui a été déposé par lui dans la séance du 22 décembre 1879.

Ce pli, ouvert par le M. le Président, contient une Note sur la construction des lentilles aplanétiques pour les télescopes et microscopes. C'est le principe des recherches dont l'auteur a communiqué récemment les résultats à l'Académie.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la fonction qui exprime l'état gazeux.* Note de M. **Al. Gouilly**, présentée par M. Tresca.

« Les gaz parfaits sont définis par la loi de Mariotte et la loi de Gay-Lussac, qui donnent l'équation $pv = p_0 v_0 (1 + \alpha t)$ pour exprimer l'état ga-

zeux parfait. Or les gaz naturels s'écartent de ces deux lois : pour l'acide carbonique et à 20^{atm}, la différence entre la pression fournie par l'expérience et celle que donne cette équation s'élève jusqu'à $\frac{1}{6}$. Si, au contraire, on définissait les gaz parfaits par une propriété physique plus générale des gaz naturels, on obtiendrait une équation dont la précédente n'est qu'un cas particulier, et qui exprimerait plus complètement les lois de la compression et de la dilatation des gaz naturels.

» Une des propriétés physiques qui s'appliquent le mieux à tous les gaz est celle-ci : les capacités calorifiques à pression constante et à volume constant sont indépendantes de la température et de la pression.

» Soient C et C_1 ces deux capacités calorifiques. On a, d'après les formules générales de la Thermodynamique et en prenant T et p pour variables indépendantes,

$$(1)\qquad \frac{dC}{dp} = -AT\frac{d^2v}{dT^2},$$

$$(2)\qquad C - C_1 = -AT\frac{\left(\frac{dv}{dT}\right)^2}{\frac{dv}{dp}}.$$

» L'équation (1) donne

$$(3)\qquad \frac{dv}{dT} = \varphi(p),$$

φ étant une fonction arbitraire.

» De (2) et (3) on déduit

$$(4)\qquad \frac{dv}{dp} = -\frac{A}{C - C_1}T[\varphi(p)]^2 = \frac{T}{m}[\varphi(p)]^2,$$

en posant

$$(5)\qquad \frac{C_1 - C}{A} = m.$$

» φ sera déterminé par la condition qui exprime que $\frac{dv}{dp}dp + \frac{dv}{dT}dT$ est une différentielle exacte, ainsi que cela doit être en effet.

» Or

$$\frac{d^2v}{dT\,dp} = \varphi'(p) \quad \text{et} \quad \frac{d^2v}{dp\,dT} = \frac{[\varphi(p)]^2}{m}.$$

Donc

$$m\varphi'(p) = [\varphi(p)]^2,$$

et, par intégration,

$$\varphi(p) = -\frac{m}{p+m'},$$

m' étant une constante arbitraire.

» L'équation (3) devient

$$\frac{dv}{dT} = -\frac{m}{p+m'},$$

d'où l'on déduit

$$v = -\frac{mT}{p+m'} + f(p),$$

f étant une fonction arbitraire. En différentiant cette équation par rapport à p, on obtient

$$\frac{dv}{dp} = \frac{mT}{(p+m')^2} + f'(p).$$

» En vertu de l'égalité (4) et de la valeur de φ, cette dernière équation donne

$$f'(p) = 0;$$

on a donc

$$f(p) = m''.$$

Donc enfin

$$v = -\frac{mT}{p+m'} + m'' \quad \text{ou} \quad pv - m''p + m'v + mT - m'm'' = 0.$$

» Les trois expériences suivantes de Regnault nous ont servi à calculer les coefficients de cette formule pour la température de ces expériences :

Volumes.	Pressions en mètres de mercure pour hydrogène.	air.	acide carbonique.
	m	m	m
1.......	1,0000	1,0000	1,0000
$\frac{1}{5}$.......	5,0116	4,9794	4,8288
$\frac{1}{10}$.......	10,0560	9,9162	9,2262

Hydrogène........ $pv - 0{,}000\,66p - 0{,}000\,4\ v - 0{,}998\,94 = 0$

Air............. $pv + 0{,}000\,84p - 0{,}000\,9\ v - 0{,}999\,94 = 0$

Acide carbonique.. $pv + 0{,}009\,92p + 0{,}004\,66v - 1{,}014\,58 = 0$

» Mettons en regard les résultats de l'expérience et ceux du calcul fait d'après ces formules pour $v = \frac{1}{20}$:

	Hydrogène.	Air.	Acide carbonique.
Pression observée......	20,2687	19,7198	16,7054
Pression calculée.......	20,243	19,670	16,936

» La formule des gaz parfaits aurait nécessairement donné 20 pour les trois gaz.

» La valeur du coefficient de dilatation moyen est $\frac{\Delta v}{v_0(T - T_0)}$ si Δv est l'augmentation de volume correspondant à $T - T_0$ et si v_0 est la valeur du volume correspondant à $T_0 = 273°$. On a

$$\frac{\Delta v}{v_0(T - T_0)} = \frac{m}{mT_0 - m''p_0 - m'm'''}.$$

Le coefficient $m'm''$ est très petit; $m''p_0$ est lui-même petit devant mT_0, du moins pour les faibles pressions, de sorte que le coefficient de dilatation est à peu près égal à $\frac{1}{T_0}$ pour tous les gaz. Pour l'hydrogène, le coefficient de dilatation moyen diminue quand la pression initiale p_0 augmente; pour l'air et l'acide carbonique, ce coefficient va, au contraire, en augmentant en même temps que p_0, ce qui est encore conforme aux expériences de Regnault sur la matière.

» On voit, par ces considérations, que, en définissant les gaz par la propriété de la constance des deux capacités calorifiques, la Théorie mécanique de la chaleur conduirait facilement à des vérifications de la nature de celles qui viennent d'être déduites des données expérimentales de Regnault. »

CHIMIE. — *Sur le sulfite cuprosocuprique*. Note de M. **A. Étard**, présentée par M. Cahours.

« J'ai montré précédemment (*Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 1339) que les sulfates pouvaient se combiner entre eux pour engendrer des sels complexes acides ou neutres présentant certains caractères de stabilité et de coloration qui les distinguent des sels plus simples dont ils dérivent. En cherchant à obtenir des sels correspondants dans le groupe des sulfites, mon attention a été vivement attirée sur le sulfite cuivrosocuivrique bihydraté, découvert par M. Chevreul et que pour cette raison j'appellerai, par abréviation, *sel de Chevreul*.

» Lorsqu'on veut obtenir de fortes quantités du sel en question, il convient de faire passer un rapide courant de gaz sulfureux dans une solution d'acétate cuivrique saturée à froid, c'est-à-dire renfermant 77^{gr} de sel par litre, et maintenue à 65°. On arrête le passage du gaz lorsque la liqueur, d'abord épaissie par un précipité floconneux de sel SO^3Cu^2, SO^3Cu, $5H^2O$

s'éclaircit rapidement par le fait du dépôt de sel de Chevreul sous la forme d'un précipité sablonneux cristallisé.

Cette réaction se passe selon l'équation

$$4[(C^2H^3O^2)^2Cu] + 3SO^2 + 6H^2O = \left\{ \begin{matrix} SO^3Cu^2, SO^3Cu \\ 2H^2O \end{matrix} \right. + 8C^2H^4O^2 + SO^4Cu,$$

que j'ai vérifiée par des déterminations spéciales. Dans cette préparation, il se forme par double décomposition immédiate du sulfite cuivrique qui, instable, oxyde l'acide sulfureux plus réducteur que lui pour donner du sulfite cuivreux et un sulfate. Le sulfite cuivreux, à son tour, se combine au sulfite cuivrique encore inaltéré pour donner un sulfite double stable. J'ai déjà montré, par l'exemple des sulfates manganiques doubles, qu'un sel très altérable peut échapper complètement à la destruction, et même se former dans des circonstances insolites, s'il est en présence d'un autre sel ayant de l'affinité pour lui.

» Le sel que j'ai obtenu dans la préparation ci-dessus est identique à celui décrit et analysé par MM. Chevreul, Rammelsberg, Böttinger, Döpping et Péan de Saint-Gilles. Sa densité est de 3,57.

» En vue de donner à ce sel une formule schématique quelque peu exacte et pouvant me guider dans la suite de mes recherches, j'ai fait les expériences suivantes :

» 1° Le sel de Chevreul, chauffé en vase clos à 180° avec du bisulfite de soude, de l'acide sulfureux dissous ou de l'eau distillée, se transforme en acide sulfurique et cuivre métallique cristallisé

$$SO^3Cu^2, SO^3Cu, 2H^2O = 2SO^4H^2 + 3Cu.$$

» 2° Chauffé à 180° dans un courant de gaz sulfureux, d'acide carbonique ou d'oxyde de carbone, le sel perd 26 pour 100 de son poids (théorie, 25,8), en laissant un résidu cristallin de sulfite basique

$$SO^3Cu^2CuO.$$

» 3° Les produits volatilisés à 180°, pas avant, sont toujours un mélange de $2H^2O + SO^2$. C'est donc là un sel *acide* qui perd de l'acide sulfureux de constitution.

» 4° A 180°, le sel de Chevreul, traité par le gaz sulfhydrique, se transforme en Cu^3S^2, dont la quantité est théorique, et en composés du soufre.

» 5° Au rouge, dans l'acide carbonique, on obtient molécules égales de Cu^2O et de CuO.

» Ces dédoublements satisfont à la construction suivante :

$$(OH)^3S-O-Cu^2-O-S\begin{cases}OH\\O\\OCu\end{cases}$$

qui se trouvera confirmée par de nouveaux faits.

» Le sel basique signalé plus haut devient

$$S\begin{cases}OCu^2\\O\\O\\OCu\end{cases}.$$

» Ainsi posée, la formule du sel de Chevreul, dans laquelle je fais jouer au soufre le rôle d'élément tétratomique, comme l'admettent la plupart des auteurs en Chimie organique, permet de prévoir l'existence d'un certain nombre de dérivés substitués sur lesquels je ne puis m'étendre davantage dans cette Note préliminaire.

» Le sel de Chevreul est bien une combinaison de sulfite cuivreux et de sulfite cuivrique, plus de l'eau, mais il n'y a pas lieu d'admettre, suivant à la lettre l'idée dualistique, que ces deux sels figurent dans la combinaison avec leur individualité de sels neutres; au contraire, l'expérience montre que l'arrangement des deux sels neutres, lors de la combinaison, a été tel qu'on a, en fait, une combinaison de sulfite basique cuprosocuprique avec de l'acide sulfureux hydraté, ce qui au total équivaut à la neutralité. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un hydrate du bromure chromique.* Note de M. **Varenne**, présentée par M. Peligot.

« On sait qu'en traitant le chromate d'argent par l'acide bromhydrique on obtient un hydrate du bromure chromique, soluble dans l'eau et donnant, par évaporation, des cristaux verdâtres.

» J'ai produit un autre hydrate du même composé, en employant un procédé différent. Une solution chaude et concentrée de trichromate de potasse ou d'ammoniaque étant soumise à l'action de l'acide bromhydrique dilué laisse dégager des vapeurs de brome, en même temps que la liqueur brunit par suite de la réduction de l'acide chromique. Ce liquide, abandonné à lui-même à une température voisine de 0°, laisse déposer au bout

de quelques heures de beaux cristaux violets, parfaitement nets et donnant avec l'eau une dissolution verte. Ces cristaux ne polarisent pas la lumière et sont cubiques. Ils présentent la forme d'un cubo-octaèdre avec deux faces du cube prédominantes. Les angles théoriques sont

$$pa^1 = 125^\circ 16' \quad \text{et} \quad a^1 a^1 = 109^\circ 28'.$$

M. Wyrouboff, qui a bien voulu en effectuer la détermination, a trouvé

$$pa^1 = 125^\circ 19' \quad \text{et} \quad a^1 a^1 = 109^\circ 29'.$$

Ils perdent complètement leur eau à 110° en devenant verts; à 200° environ, au contact de l'air, ils donnent d'abord un oxybromure d'un vert clair, puis finalement de l'oxyde de chrome.

» La cristallisation de ce composé ne se fait qu'à la température indiquée précédemment; je n'ai jamais pu la reproduire à une température plus élevée. Si l'on concentre, en effet, la liqueur, elle laisse déposer par refroidissement soit du bromure de potassium, soit du bromure d'ammonium, mais le composé chromé reste dissous en constituant une liqueur visqueuse, qui répond d'ailleurs à tous les caractères des sels chromiques.

» L'analyse, après élimination de l'eau, a fourni

	Cr^2Br^3 calculé.	Trouvé.
Cr	17,81	17,80
Br	82,19	82,15

» Enfin la détermination de la quantité d'eau a montré que le composé cristallisé répond à la formule

$$Cr^2Br^3 + 16HO\ (^1).\ »$$

CHIMIE MINÉRALE. — *De l'action des hydracides sur les chromates alcalins.* Note de M. L. Varenne, présentée par M. Peligot.

« L'action des hydracides sur les trichromates, qui n'avait pas encore été examinée, présente cependant un grand intérêt : on peut, en effet, se demander, en ne considérant que les bichromates en particulier, si l'action des hydracides sur ces sels a pour résultat de déterminer la substitution du métalloïde halogène dans la base, dans l'acide, ou mieux dans le

(1) Laboratoire de M. Fremy, à l'École Polytechnique.

groupement général de la molécule. Certains chimistes donnent, par exemple, au composé découvert par M. Peligot le nom de *bichromate de chlorure de potassium*, le formulant alors : $KCl, 2CrO^3$. D'autres, au contraire, le considèrent comme un sel de potassium de la monochlorhydrine chromique; les mêmes hypothèses pouvant être faites sur les composés fluorés que j'ai récemment étudiés.

» Les trichromates semblent devoir permettre, sinon de résoudre la question, au moins de jeter quelque jour sur la constitution de ces composés, résultant de l'action des hydracides sur les chromates en général.

» Or, si l'on fait agir, dans des circonstances aussi variées que possible de concentration et de température, l'acide chlorhydrique sur les trichromates, l'oxydation de l'acide s'effectue constamment, du chlore se dégage, et l'on n'obtient finalement que du chlorure de chrome, mélangé à des proportions plus ou moins grandes de composés répondant à la formule générale CrO^2Cl, CrO^3, MO ou $2CrO^3, MCl$, suivant la constitution qu'on leur assigne.

» Il en est de même, *a fortiori*, des acides bromhydrique et iodhydrique; cette action d'oxydation est d'autant plus rapide que, comme on le sait, les trichromates ne peuvent être employés qu'en solution nitrique.

» L'acide fluorhydrique fait heureusement exception à cette règle : j'ai opéré de préférence sur le trichromate d'ammoniaque, car, quoique le trichromate de potasse fournisse des résultats analogues, il donne généralement naissance, en raison des impuretés de l'acide fluorhydrique, à une certaine quantité d'hydrofluosilicate de potasse, qui souille les cristaux obtenus.

» Si l'on ajoute progressivement à une solution nitrique concentrée de trichromate d'ammoniaque de l'acide fluorhydrique, en s'aidant d'une chaleur modérée, puis que l'on abandonne à elle-même la liqueur résultant de ce traitement, on voit, au bout de quelques minutes, se déposer de longues et belles aiguilles d'un rouge vif, formant un lacis qui rappelle absolument celui que présentent les cristaux de soufre obtenus par fusion.

» Ces cristaux sont efflorescents : ils attaquent rapidement le verre; traités par un acide, ils donnent un dégagement d'acide fluorhydrique et il se dépose de l'acide chromique : ils sont décomposés instantanément par l'eau; chauffés, ils laissent un résidu d'oxyde de chrome, et le tube de verre dans lequel l'opération est faite est profondément corrodé.

» Si l'on suppose que la substitution du fluor porte sur la molécule chromique, on peut admettre qu'elle s'est faite soit dans une, soit dans

deux. On a alors, dans le premier cas, la formule

$$2\,CrO^3,\ CrO^2Fl,\ AzH^4O,$$

que l'on peut d'ailleurs écrire, en ne se plaçant pas dans cette hypothèse,

$$3\,CrO^3,\ AzH^4Fl.$$

» Dans le deuxième cas, il n'est plus possible d'écrire la formule d'une manière analogue, et la formule rationnelle du composé correspondant paraît devoir être

$$2\,CrO^2Fl,\ CrO^3,\ AzH^4O,$$

qui conduit aux conclusions suivantes :

$$Cr = 39,39 \text{ pour } 100, \quad AzH^3 = 8,58 \text{ pour } 100.$$

» L'analyse du composé que j'ai obtenu, ainsi qu'il a été dit précédemment, conduit aux résultats suivants :

$$Cr = 39,32 \text{ pour } 100, \quad AzH_3 = 8,49 \text{ pour } 100.$$

» Il répond donc bien à la dernière formule.

» On est, dès lors, porté à conclure que si, comme cela paraît probable, les choses se passent, dans le cas des bichromates, comme dans celui des trichromates, c'est dans la molécule chromique et non ailleurs que s'effectue la substitution du fluor, et en général des métalloïdes halogènes ([1]). »

CHIMIE. — *Réponse aux observations présentées par M.* Debray, *à propos de la dissociation du sulfhydrate d'ammoniaque;* par MM. **R. Engel** et **Moitessier**, présentée par M. Wurtz.

« M. Debray a fait, à notre dernière Communication, une observation dans aquelle il rappelle que M. Isambert a démontré récemment que le sulfhydrate d'ammoniaque cesse de se volatiliser à une température où sa tension est notable, dans un excès de l'un des composants.

» Il semble résulter de cette observation que nous n'avons fait que confirmer le travail de M. Isambert. M. Debray ne se souvenait certainement pas des travaux déjà publiés par nous. Il nous a paru inutile jusqu'à présent de parler du travail de M. Isambert ; mais, puisqu'une question de priorité est soulevée, on nous permettra de faire remarquer :

([1]) Laboratoire de M. Fremy, à l'École Polytechnique.

» 1° Que notre première étude sur la dissociation des corps dont les deux composants sont volatils, en présence d'un excès de l'un des composants, date du 28 avril 1879, époque à laquelle nous avons formulé la loi que suit ce phénomène;

» 2° Que, depuis cette époque, ce sujet n'a pas été abandonné par nous. (*Dissociation du butylchloral;* 3 mai 1880);

» 3° Que le 9 juin 1879, au cours d'un travail sur le sulfhydrate ammonique, nous écrivions : « Dans une prochaine Note, nous publierons » les tensions de dissociation du sulfhydrate d'ammonium et les résultats » de l'influence qu'exerce, sur le sulfhydrate d'ammonium, le gaz ammo- » niac à une tension supérieure à la tension de dissociation du sulfhy- » drate; »

» 4° Que M. Isambert n'ignorait pas ce travail, puisqu'il l'a discuté (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 96.)

» Or c'est précisément le travail que nous annoncions que M. Isambert a publié dans les premiers jours de 1881. »

M. **Wurtz** rappelle, à cette occasion, ses anciennes expériences sur le perchlorure de phosphore, dont il a empêché la dissociation en faisant diffuser sa vapeur dans celle d'*un* de ses composants, le protochlorure de phosphore. Ces expériences ont été publiées dans le premier Volume des *Transactions de l'Association française pour l'avancement des Sciences* (Bordeaux, 1872) et dans les *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 601; 1873. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les tensions de vapeur du carbamate d'ammoniaque*. Note de M. **Isambert**.

« MM. Engel et Moitessier ont publié, dans les *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 395, des expériences sur la dissociation du carbamate d'ammoniaque, et une loi générale de la dissociation de ce genre de composés, qui sont en contradiction avec les résultats que j'ai obtenus.

» Suivant ces savants : « Si l'on met le corps dissociable en présence » d'un seul des produits de sa dissociation, à une tension égale ou supé- » rieure à la tension de dissociation à la température où l'on opère,... la » dissociation n'aura plus lieu. » Cette loi peut s'énoncer plus simplement. Si la pression du gaz en excès est inférieure à la tension maximum dans le vide, la tension totale sera égale à ce maximum; dans le cas contraire, elle conservera pour valeur la pression du gaz libre.

» Cette loi si simple n'est nullement vérifiée par les nombreuses expé-

riences sur les tensions de vapeur du bisulfhydrate d'ammoniaque en présence des gaz composants, que j'ai publiées au mois d'avril dernier [1]. Ainsi, pour ne citer qu'un seul exemple : à 15°, la tension du sulfhydrate dans le vide est de 259^{mm}; et, en présence de gaz ammoniac libre, à la pression de $321^{mm},2$, la pression totale a été trouvée de 421^{mm}. A la même température, en présence d'acide sulfhydrique en excès, à la pression de $375^{mm},8$, la pression totale était de 454^{mm}. Les différences entre ces résultats et la loi de MM. Engel et Moitessier sont trop considérables pour être attribuées à des erreurs d'expérience.

» De plus, toutes les mesures présentent des différences dans le même sens, et j'ai pu résumer tous les résultats obtenus en disant : « La pression » totale due à un mélange de sulfhydrate avec l'un de ses éléments est » supérieure à la tension de vapeur du sulfhydrate seul. »

» J'ajoutais, à la fin de cette Note : « Le composé formé par l'union de » l'acide carbonique et du gaz ammoniac se comporte d'une manière sem» blable en présence de ses éléments. » Je n'avais pas jugé nécessaire d'entrer dans le détail de mes expériences, afin de ne pas surcharger une Note dans laquelle entraient déjà beaucoup de données numériques. En présence des résultats contraires apportés par MM. Engel et Moitessier, je dois indiquer aujourd'hui plus complètement la méthode que j'ai employée et les résultats principaux que j'ai obtenus.

» Je n'ai pas opéré, comme ces savants, à la température de l'air ambiant; les tensions de vapeur du carbamate d'ammoniaque sont trop faibles pour qu'on n'ait pas à craindre l'effet des plus petites causes d'erreur, et d'ailleurs de nombreuses expériences avaient été faites dans ces conditions, par M. Horstmann [2], avec une précision qui ne laissait aucune incertitude. Dans toutes les expériences de M. Horstmann, contrairement à la loi formulée par MM. Engel et Moitessier, la pression totale est supérieure à la tension maximum dans le vide, tout aussi bien qu'à la pression du gaz libre.

» J'ai déterminé les tensions du carbamate d'ammoniaque, soit seul, soit en présence de l'excès de l'un de ses composants, à une température plus élevée. Je me suis servi, pour cela, de l'appareil de Regnault pour la détermination de la force élastique de la vapeur d'eau vers 50°. Le mélange à étudier pouvait ainsi être maintenu à température constante.

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 919.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, 12 mai 1877, t. CLXXXVII, et G. LEMOINE, *Étude sur les équilibres chimiques*, p. 64 et suiv.

» Le carbamate était produit dans un tube jaugé jusqu'à un trait tracé sur une partie plus étroite, et, dans les expériences avec l'acide carbonique ou le gaz ammoniac en excès, on faisait varier la pression de manière à ramener constamment le niveau du mercure à ce point de repère et maintenir le volume du gaz constant. La mesure du volume gazeux introduit et la connaissance du volume occupé à une certaine température permettent de déterminer la pression propre aux gaz composants dans le mélange.

» J'ai ainsi trouvé les nombres suivants :

» 1° Tensions maxima du carbamate d'ammoniaque dans le vide :

37°,8	252mm	59°,5	871mm
46,9	435	60,4	918
49,6	500	65,1	1206
53,0	601	67,6	1372
55,6	684		

» Ces nombres sont un peu supérieurs, à la même température, à ceux qu'a donnés M. Naumann ; mais il est difficile d'admettre la valeur absolue des nombres de ce savant, lorsqu'on voit la pression augmenter de 130mm pour l'intervalle de 50° à 55°, et ne monter que de 100mm dans l'intervalle de 55° à 60°.

» 2° En présence du gaz ammoniac, j'ai obtenu les nombres suivants :

Températures.	Pressions du gaz ammoniac libre.	Pression totale observée.	Tensions maxima de AzH^3CO^2 calculées d'après les expériences précédentes.
o	mm	mm	mm
21,3	368,0	376	»
31,9	382,0	412	»
39,1	391,0	448	»
43,0	395,9	490	346
46,4	400,2	550	420
50,0	404,7	625	510
51,5	406,4	631	556
53,0	408,4	697	601
55,3	411,3	778	670
57,6	414,2	879	764
61,0	418,4	1051	942
64,1	422,0	1181	1132

» 3° En présence d'un excès d'acide carbonique, j'ai trouvé :

Températures.	Pression du gaz acide carbonique libre.	Pression totale mesurée.	Tension maximum de AzH^3CO^2 calculée d'après les expériences précédentes.
°	mm	mm	mm
44,7........	381,3	547	380
48,5........	385,9	610	470
50,5........	388,3	656	520
52,0........	390,0	691	561
54,5........	393,0	778	646
56,6........	395,7	840	723
59,9........	399,5	985	892
61,5........	401,5	1056	967

» Il résulte de ces mesures que la tension totale, en présence d'un excès des gaz composants, est toujours supérieure à la tension maximum du carbamate dans le vide. Les différences atteignent, dans bien des cas, des valeurs supérieures à 100^{mm}; elles sont alors bien au-dessus de la limite des erreurs que l'on peut commettre dans des mesures de ce genre.

» Ces expériences, faciles à interpréter, comme les expériences relatives au sulfhydrate d'ammoniaque, dans l'hypothèse d'une dissociation plus ou moins avancée, ne suffisent pas cependant pour rien affirmer sur la constitution des vapeurs émises par ces corps. D'autres recherches sont indispensables pour résoudre, dans un sens ou dans l'autre, le grand problème de la dissociation ou non-dissociation de ces vapeurs. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Modifications de composition subies par les fourrages verts conservés en silo.* Note de M. G. LECHARTIER, présentée par M. Debray.

« Nous avons démontré que, pendant leur conservation en silo, les fourrages verts sont soumis à une fermentation dont le siège est la cellule végétale. De l'acide carbonique, de l'alcool, de l'acide acétique prennent naissance aux dépens des principes immédiats contenus dans les fourrages conservés; il en résulte pour ces derniers diminution de poids, perte de matière sèche et augmentation dans la proportion relative de l'eau et des matières volatiles qu'ils renferment.

» La seule perte due au dégagement de l'acide carbonique s'est élevée à 2,18 pour 100 dans la fermentation du maïs. Pour le trèfle, on a recueilli $8^{gr},280$ de gaz avec 583^{gr} de fourrage, soit 1,42 pour 100. Le poids de l'alcool produit est inférieur à celui de l'acide carbonique.

» Pour déterminer les principes immédiats détruits pendant l'ensilage, on doit analyser le fourrage au moment où il commence et à celui où on le termine. Mais, pour obtenir des résultats certains et concluants, il est indispensable d'opérer sur des échantillons de fourrages hachés, parfaitement homogènes, de manière qu'il y ait identité entre la matière analysée au début et celle que l'on soumet à la fermentation. Il faut aussi déterminer exactement la proportion d'eau contenue dans le fourrage dans les deux circonstances et enfin la perte de poids subie par la substance végétale pendant la durée de sa conservation. A ces conditions seulement, on peut arriver à reconnaître, d'une part, s'il y a déperdition pour certains éléments et, d'autre part, à combien elle s'élève. Or, dans la pratique de l'ensilage en grand, il est très difficile de réunir ces divers renseignements; aussi ces recherches ne peuvent-elles s'effectuer exactement que sur des fermentations pratiquées en petit, dans des flacons, en adoptant les dispositions que nous avons employées dans nos recherches sur les fruits. C'est ainsi que nous avons dressé le Tableau suivant. Nous ajouterons que le maïs fermenté en silo et le maïs sorti d'un de nos flacons d'expérimentation se ressemblent complètement au point de vue de la composition.

	MAÏS			TRÈFLE		
Principes immédiats dosés.	avant fermentation n° 1.	fermenté n° 2.	Perte.	avant fermentation n° 3.	fermenté n° 4.	Perte.
Acide carbonique dégagé...	»	2,180	»	»	1,42	»
Eau et matières volatiles à 100° sur lesquelles	79,120	80,580	»	76,420	76,380	»
Alcool	»	1,342	»	»	»	»
Matières azotées..........	2,465	2,232	0,233	4,810	4,249	0,561
Ammoniaque.............	0,021	0,024	»	0,026	0,083	»
Glucose.................	2,064	0,143	1,921	0,474	0,452	0,022
Sucre...................	0,983	0,063	0,920	0,457	0,304	0,153
Amidon.................	4,302	3,863	0,439	4,230	1,456	2,774
Matières pectiques........	0,344	0,178	0,166	1,303	0,501	0,802
Cellulose................	6,337	5,939	0,398	8,015	7,191	0,824
Matières grasses..........	0,099	0,149	»	0,241	0,372	»
		Perte totale........	4,077			5,136

» En comparant les nombres précédents, on observe :

» 1° Une légère diminution dans la richesse des fourrages en matières azotées; un très faible accroissement dans la proportion d'ammoniaque révèle un commencement d'altération des principes albuminoïdes;

» 2° Une déperdition plus considérable sur ces principes immédiats désignés sous le nom de *glucosides*. Elle se produit d'une manière constante sur les substances pectiques, puis sur le glucose et le sucre, l'amidon et la cellulose. Suivant les cas, la principale perte porte tantôt sur le groupe glucose et sucre, tantôt sur le groupe amidon et cellulose.

» Pour les échantillons n° 1 et n° 2, sur un poids de fourrage vert de 100^{kg}, la perte dépasse 4^{kg}, soit $\frac{1}{5}$ de la masse alimentaire totale. Il en est à peu près de même pour le trèfle. Seulement, comme l'a fait remarquer M. Grandeau, la fermentation en silo a pour effet d'élever la valeur de rapport du poids de la protéine à celui des glucosides et du ligneux, et d'augmenter la digestibilité du fourrage. On perd une partie des principes nutritifs, mais le résidu est plus complètement utilisable.

» La perte en glucose et en sucre s'élève pour le maïs à 1^{kg},837, alors que le poids de l'alcool et de l'acide carbonique produits est égal à 3^{kg},522.

» Il est donc certain que l'amidon et la cellulose ont pris part à ces transformations. Ce résultat ressort bien plus nettement encore de la comparaison des analyses de trèfle.

» Un dernier fait doit être signalé : on constate que les matières grasses, loin de subir une diminution pendant la fermentation, éprouvent un accroissement, même en tenant compte des pertes de poids subies par le fourrage. Les matières grasses extraites d'un fourrage fermenté sont, il est vrai, beaucoup plus colorées et, par conséquent, plus impures que celles qui proviennent du même végétal pris à l'état naturel; mais, en les purifiant par l'action du noir animal en poudre et en tenant compte de la quantité de substances grasses retenues par cet absorbant, nous avons trouvé que les différences primitivement constatées se maintiennent dans le même sens.

» En soumettant à la fermentation de la graine de colza encore verte, nous avons obtenu des résultats analogues. Voici les poids des matières grasses purifiées contenues dans 1^{kg} de divers échantillons analysés.

	Avant fermentation.	Après fermentation.	Gain.
	gr	gr	gr
Maïs n° 1.........	0,57	0,91	0,44
Maïs ensilé.........	0,62	1,84	1,22
Trèfle..............	2,01	3,05	1,04
Graine de colza.....	239,80	245,30	5,50

» L'augmentation reste comprise entre 0^{gr},44 et 5^{gr} par kilogramme de

substance végétale, elle est faible en valeur absolue, mais elle se produit d'une manière constante.

» Ce résultat nous paraît avoir une importance spéciale au point de vue des phénomènes qui s'accomplissent pendant la continuation de la vie des cellules végétales à l'abri de l'air et des transformations qui peuvent donner naissance aux matières grasses pendant la vie normale de la plante. Aussi croyons-nous devoir continuer et étendre ces expériences, en prenant les précautions indispensables à une démonstration rigoureuse. »

MINÉRALOGIE. — *Péridot artificiel produit en présence de la vapeur d'eau, à la pression ordinaire.* Note de M. St. Meunier.

« L'Académie a bien voulu admettre dans le *Recueil des savants étrangers* l'exposé que j'ai eu l'honneur de lui soumettre, d'une méthode nouvelle de reproduction artificielle des silicates anhydres [1]. Je rappellerai que cette méthode consiste à exposer le métal qu'on veut silicater à l'action simultanée de la température rouge, de la vapeur d'eau et de la vapeur de chlorure de silicium.

» Ce mode opératoire présente, à mes yeux, l'intérêt particulier d'imiter des conditions réalisées lors de la formation naturelle des minéraux primitifs, dont nous avons des échantillons dans divers types de météorites, et qui paraissent être en voie actuelle d'élaboration dans la photosphère du Soleil.

» Parmi les divers silicates que cette expérience est susceptible de procurer, l'enstatite, ou bisilicate de magnésie, doit être citée d'une manière spéciale, parce que c'est un des minéraux qui caractérisent les météorites que nous avons en vue.

» Dans le produit artificiel, elle manifeste absolument la même manière d'être que dans la roche à imiter, et ses cristaux ont la même tendance à affecter les mêmes groupements. L'un des plus caractéristiques, parmi ces groupements, est celui qui consiste en faisceaux d'aiguilles rayonnées autour d'un centre, de facon à constituer, en section plane, des éventails ou même des étoiles complètes. Il est d'autant plus intéressant de signaler cette circonstance, qu'elle fournit un argument décisif contre l'illusion de divers observateurs qui, à l'exemple de M. Otto Hahn, de Tubingen, attribuent à ces faisceaux cristallins, abondants dans diverses météorites, une

---

(1) T. XXVII, n° 5.

origine organique. Pour eux, ce sont autant de crinoïdes et de spongiaires : il est bon de noter que ces prétendus fossiles prennent naissance, avec tous leurs caractères, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge.

» Mais, pour ce qui concerne l'enstatite, il restait à étudier la question importante de ses associations minéralogiques. Dans les météorites primitives, l'enstatite est, comme on sait, mélangée à des grenailles de fer nickelé et à des cristaux très imparfaits de péridot.

» Quant aux grenailles métalliques, nous savons déjà que la même disposition expérimentale peut les produire. J'ai insisté sur l'imitation, par condensation de vapeurs, des alliages météoritiques de fer et de nickel, et sur leur dépôt à la surface des silicates magnésiens. Mais, pour le péridot, il était indispensable d'instituer de nouvelles expériences.

Je constatai d'abord que le produit complexe retiré du tube varie avec la vitesse relative des courants gazeux réagissants, c'est-à-dire avec la perfection de leur mélange. Sans décrire tous les cas dont j'ai fait l'étude, je dirai que l'on peut obtenir, outre l'enstatite, la silice et la magnésie libres, le silicium aciculaire, le siliciure de magnésium, et le chlorure de magnésium en aiguilles irisées; une quantité variable d'une substance attaquable, comme le péridot, par l'acide chlorhydrique bouillant, avec dépôt de silice gélatineuse et dissolution de magnésie.

» En même temps, le produit complexe laisse voir au microscope la présence d'innombrables grains hyalins, très actifs sur la lumière polarisée, et qui, parfois cristallins, sont remarquables le plus souvent par leurs formes arrondies et leur extrême petitesse. Les plus gros dépassent rarement $0^{mm},01$, et, pour la plupart, ils atteignent à peine $0^{mm},004$. Malgré leurs très faibles dimensions, on reconnaît qu'ils renferment fréquemment des inclusions gazeuses.

» Dans certaines expériences, j'ai obtenu ce minéral péridotique presque seul, l'enstatite ne se montrant que de loin en loin.

» En résumé, la méthode rappelée plus haut permet de produire un mélange pulvérulent d'enstatite et de péridot, affectant les mêmes caractères que la poussière des météorites primitives. Il suffirait de cimenter, avec du fer nickelé, les grains de cette poussière, et cela serait facile, pour que l'identité fût absolue avec la roche naturelle.

» Cette nouvelle synthèse permettrait, à défaut d'autres arguments, de comprendre l'unité d'origine de météorites fort nombreuses, appartenant à des types très différents les uns des autres.

» Les plus complexes (dites souvent du *type commun*) comprennent

l'*aumalite*, la *lucéite*, la *chantonnite*, la *laiglite*, etc., et consistent en un mélange de grenailles métalliques, d'enstatite et de péridot. Un autre type, représenté par la météorite de Bishopville (*chladnite*), n'admet dans sa substance que l'enstatite à peu près pure. Un dernier, dont la pierre de Chassigny est le meilleur exemple (*chassignite*), se compose, au contraire, presque exclusivement de péridot.

» Les expériences dont je viens de donner une courte description, et que je poursuis, font voir comment ces roches, si diverses à première vue, et auxquelles on peut ajouter la plupart des fers météoriques, ont pu se constituer dans des conditions fort analogues. Les unes comme les autres se sont concrétées, en dehors de toute fusion, par condensation brusque de vapeurs. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide iodhydrique sur le chloroiodure de propylène et sur le chlorure d'isopropyle.* Note de M. **R.-D. Silva**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente [1], j'ai démontré que, lorsque l'on traite l'épichlorhydrine par un courant prolongé de gaz iodhydrique, il se forme du chlorure de propyle normal.

» Cette transformation de l'épichlorhydrine

$$\underbrace{CH^2Cl, CH, CH^2}_{O}$$

est évidemment le résultat de plusieurs réactions successives. La première, qui était déjà connue, est la fixation du gaz iodhydrique sur l'épichlorhydrine, d'où il résulte la chloroiodhydrine *symétrique* $CH^2Cl.CHOH.CH^2I$. Les autres réactions, qui se suivent, sont nécessairement celles de la production d'une chlorodiiodhydrine et de la substitution de l'iode de ce dernier composé par l'hydrogène de l'acide iodhydrique. C'est dans cette phase des réactions que le chlorure propylique prend naissance, en même temps qu'une assez grande quantité d'iode est mise en liberté. Ce qu'il faut remarquer dans cette curieuse transformation, c'est que le chlore conserve, à l'égard des 3 atomes de carbone, la place qu'il occupait dans la molécule de l'épichlorhydrine.

» Dans la Note citée plus haut, j'ai mentionné également la formation d'une certaine quantité d'iodure *propylique*, quantité assez sensible dans

[1] *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 418; 1881.

les premières opérations et extrêmement faible ou presque nulle dans celles où l'on prit les dispositions nécessaires pour écarter le chlorure propylique, au fur et à mesure de sa formation. Pour expliquer la production de cet iodure, j'ai été naturellement conduit à admettre une double décomposition pure et simple entre le chlorure propylique et l'acide iodhydrique :

$$(a) \qquad \alpha C^3H^7Cl + HI = \alpha C^3H^7I + HCl.$$

Ce fait, qui peut expliquer certaines transformations opérées au cours des nombreuses recherches de M. Berthelot sur l'action hydrogénante de l'acide iodhydrique, me parut de nature à résoudre une question relative à la constitution du chloroiodure de propylène, posée, il y a près de douze ans, par un chimiste russe, M. Sorokine [1]. Ayant chauffé le chloroiodure de propylène avec une dissolution d'acide iodhydrique, et ayant obtenu, comme seul produit de la réaction, de l'iodure d'isopropyle, M. Sorokine en conclut qu'il restait à savoir lequel des deux *arrangements*, $CH^3.CHCl.CH^2I$ et $CH^3,CHI.CH^2Cl$, il fallait attribuer à la molécule du chloroiodure de propylène.

» Mes expériences relatives à l'action de l'acide iodhydrique sur l'épichlorhydrine me conduisaient à admettre, *a priori*, le premier de ces arrangements, et la formation de l'iodure d'isopropyle, constatée par M. Sorokine, comme étant le résultat de plusieurs réactions successives, dont la dernière est une double décomposition semblable à celle que représente l'équation (*a*).

» Pour vérifier ces prévisions, j'ai traité le chloroiodure de propylène par un courant de gaz iodhydrique, en ayant le soin de plonger le matras, qui contenait le chloroiodure, dans un bain-marie chauffé vers 100°, de façon à volatiliser le chlorure d'isopropyle qui devait se former, ce corps devant lui-même se condenser dans un second matras contenant de l'eau fortement refroidie. Je n'ai obtenu, dans cette expérience, que de l'iodure d'isopropyle; mais, ayant constaté en même temps la mise en liberté d'une grande quantité d'iode, cette réaction se trouvait, malgré la formation de l'iodure d'isopropyle, être conforme aux vues que j'avais émises, et à la formule

$$CH^3.CHCl.CH^2I.$$

---

[1] *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin*, t. III, p. 626; 1870.

» Il fallait, néanmoins, chercher à obtenir le chlorure d'isopropyle, qui devait être le produit intermédiaire de l'expérience précédente. Pour y arriver, j'ai pris une dissolution concentrée d'acide iodhydrique, dont j'ai déterminé la teneur en gaz HI; j'ai chauffé, au bain-marie et en matras scellés, le chloroiodure de propylène et la dissolution iodhydrique en quantités moléculaires égales, et j'ai obtenu une quantité notable de chlorure d'iopropyle bouillant vers 36°. La vérification que je me proposais de faire se trouvait ainsi effectuée. Le chloroiodure de propylène contient bien le chlore attaché à l'atome de carbone du centre et doit être représenté par la formule $CH^3.CHCl.CH^2I$.

» Dans le cours de mes expériences, j'ai eu sujet de croire que le chlorure d'isopropyle et l'acide iodhydrique effectuent facilement la double décomposition. J'ai chauffé, en matras scellés et au bain-marie, pendant quinze ou vingt heures, du chlorure d'isopropyle et de l'acide iodhydrique et effectué la double décomposition suivante :

$$CH^3.CHCl.CH^3 + HI = CH^3.CHI.CH^3 + HCl.$$

» Ayant opéré sur 40gr de chlorure d'isopropyle, c'est à peine si j'ai trouvé 3gr ou 4gr de ce chlorure non transformé.

» Comme les chimistes l'ont fait jusqu'à présent, comme le fait surtout M. Sorokine, dans le travail cité plus haut, j'ai considéré le chloroiodure de propylène comme étant une seule espèce chimique. Je démontre dans cette Note, et de manière, je crois, à ne laisser aucun doute, qu'il en est réellement ainsi. Mais, étant donné le propylène ordinaire et le chlorure d'iode, on peut se demander si ces deux corps, en s'unissant, n'engendrent pas à la fois les deux isomères $CH^3.CHCl.CH^2I$ et $CH^3.CHI.CH^2Cl$, qu'indique la théorie. Les expériences que j'ai effectuées et un examen minutieux des produits obtenus m'autorisent à rejeter cette hypothèse. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la contagion de la tuberculose.* Note de M. **H. Toussaint**, présentée par M. Bouley.

« Les faits de contagion de la tuberculose, que j'ai présentés à l'Académie, et les objections qui leur ont été faites depuis, m'engagent à exposer le programme que j'ai projeté, il y a deux ans déjà, et qui comprend, à l'heure actuelle, plus de deux cent vingt expériences. J'avais surtout en vue la nature contagieuse de cette maladie et les dangers qu'elle présente au point de vue de l'hygiène.

» Lorsque je commence l'étude d'une maladie contagieuse, ma première préoccupation est de rechercher l'animal sur lequel la maladie à étudier se développera avec le plus de sûreté, et dans le temps le moins long; voilà comment j'ai été conduit à employer le lapin, le porc et le chat. C'est pour la même raison que les expérimentateurs qui ont étudié le charbon ont aussi recouru au lapin, quoiqu'il soit rare de rencontrer des cas de charbon dit spontané sur cet animal.

» Il en est de même du porc; j'ai pu constater que la tuberculose tue aussi sûrement ces deux espèces que le charbon tue le lapin.

» Je crois qu'à cet égard la susceptibilité de l'espèce humaine est encore plus grande, et il me paraît bien probable que, si l'on inoculait avec du tubercule les enfants ou même les adultes, bien peu échapperaient à la contagion?

» Une maladie qui tue le cinquième d'une espèce est bien une maladie de cette espèce. La tuberculose est bien une maladie de l'homme, et, lorsqu'elle existe sous la forme de germes dans une bonne partie des aliments que nous mangeons chaque jour, est-il trop téméraire de dire que l'on doive exiger des conditions d'hygiène suffisantes pour empêcher cette mortalité énorme?

» La tuberculose de l'homme est donc la même que celle de la vache et du bœuf; lorsqu'elle est inoculée aux animaux, elle produit des lésions absolument semblables, capables de se transmettre à d'autres animaux et se reproduisant constamment avec la même forme. Je m'en suis assuré, en faisant manger des tubercules d'homme, ou en inoculant le sang. Comme la tuberculose de la vache, celle de l'homme s'inocule par le tube digestif, par le sang, les liquides de sécrétion, et toujours elle revêt des caractères identiques.

» On objectera, il est vrai, que la tuberculose se donne également par l'inoculation de matières inertes : sur ce point il faut s'expliquer. Il a été prouvé, par de nombreux pathologistes, que l'on peut produire presque à volonté des lésions semblables à celles de la tuberculose : j'en ai vu des cas très complets; mais cette maladie, donnée si facilement, ne se reproduit pas par l'inoculation des tuberculoses ainsi obtenues.

» Ces expériences ne prouvent qu'une chose, c'est que les *lésions histologiques*, par lesquelles on avait cru caractériser la tuberculose, ne sont pas suffisantes. Quant à déterminer de cette façon une tuberculose vraie, pouvant être inoculée indéfiniment, je le nie : la tuberculose dite *expérimentale* reste une chose artificielle.

» La tuberculose *vraie*, qu'elle soit prise sur l'homme, la vache, le porc ou le lapin, se reproduit *en séries indéfinies*, constamment, avec des *caractères absolument identiques*, et elle peut passer *d'un animal à l'autre*, sans faiblir. Je dirai plus : elle devient d'autant plus énergique, plus rapide, qu'elle est plus souvent inoculée. Je puis produire des faits nombreux de séries dont les pièces sont conservées. Au début, il fallait à la tuberculose quatre et cinq mois pour tuer un porc ou un lapin; actuellement, avec des cinquièmes séries, deux mois suffisent. L'injection générale étant faite après trente-cinq jours, si, à ce moment, on tue un animal et qu'on en inocule un nouveau, assez souvent le dernier meurt avant celui qui le précède dans la série.

» C'est surtout par la tuberculose produite avec les cultures, que l'on constate bien l'augmentation de virulence. La sérosité du ganglion caséeux d'un chat, mort à la suite d'injection de culture, fut inoculée à six lapins : tous devinrent tuberculeux. Quarante jours après, l'un fut tué; il présentait déjà des tubercules pulmonaires qui furent inoculés à six lapins et à un porc; ce dernier mourut en cinquante-sept jours, et un des lapins en soixante-huit. En ce moment, des animaux de la cinquième série sont plus malades que ceux de la troisième.

» C'est d'ailleurs ce que l'on remarque avec les cultures; les cinquièmes séries sont plus abondantes et plus rapides que les premières, les dixièmes plus que les cinquièmes. Il semble que le microbe s'acclimate aux milieux. Un lapin qui avait reçu, il y a cinq mois, huit gouttes de huitième culture dans la jugulaire, vient de mourir avec un poumon rempli de granulations; les reins et la rate en contiennent également.

» Je citerai encore un porc, inoculé avec du vaccin cultivé sur une vache tuberculeuse, qui vient d'être tué et présentait une belle tuberculose généralisée. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action physiologique de la codéthyline.* Note de M. **Bochefontaine**, présentée par M. Vulpian [1].

« Dans une Communication récente à l'Académie [2], M. Grimaux a annoncé l'existence de deux bases nouvelles dérivées de la morphine

---

[1] Travail du laboratoire de M. Vulpian.

[2] *Comptes rendus*, séance du 16 mai 1881.

et présentant la même composition : la *codéthyline* et la *méthocodéine*, dont il m'a chargé de reconnaître les propriétés physiologiques.

» La première de ces bases, la *codéthyline*, a été expérimentée sur des batraciens (grenouilles) et sur différents mammifères (cobayes, lapins et chiens).

» Chez la grenouille, introduite en solution aqueuse par voie hypodermique, elle est toxique à la dose de $0^{gr},007$ à $0^{gr},008$; $0^{gr},010$ à $0^{gr},012$ donnent la mort à ces animaux après avoir déterminé, pendant quelques heures, de violentes secousses tétaniformes qui paraissent semblables à celles que produit la strychnine.

» Depuis bien des années déjà, on sait que la strychnine, la brucine, la picrotoxine, la nicotine, la vératrine, l'aconitine, la thalictrine, le curare, le chloral, etc., en un mot la plupart des substances toxiques un peu énergiques sidèrent les grenouilles et même les animaux supérieurs, sans produire les manifestations caractéristiques de leur action physiologique, lorsqu'elles sont administrées à dose considérable. Dans certaines conditions, des quantités de substance toxique extrêmement faibles se comportent comme des quantités très fortes et foudroient l'animal sans déterminer aucun autre phénomène. Par exemple, après la ponte, à l'époque des grandes chaleurs de l'été, $\frac{1}{50}$ de milligramme de chlorhydrate de strychnine peut tuer en un clin d'œil une grenouille de moyenne taille sans provoquer chez elle la moindre convulsion. M. Vulpian [1], qui a signalé ces faits, a constaté encore qu'une quantité infinitésimale de vératrine est capable de rendre une grenouille absolument inerte, sans agir sur les muscles, suivant le procédé qui lui est propre. La codéthyline se comporte comme ces agents toxiques. Ainsi, avec $0^{gr},025$ environ de chlorhydrate de codéthyline, j'ai pu, dans quelques minutes, amener des grenouilles à l'état de résolution cadavérique sans déterminer la moindre convulsion.

» Chez les cobayes non adultes, l'injection sous-cutanée de $0^{gr},025$ de chlorhydrate de codéthyline détermine, pendant une demi-heure environ, un état convulsif tétaniforme général, suivi d'un retour complet à l'état normal. Sur ces animaux, $0^{gr},05$ de sel codéthylique donnent la mort dans l'espace de onze minutes, au milieu de convulsions tétaniformes avec opisthotonos.

» Les lapins adultes, vigoureux, sont tués, dans des circonstances ana-

[1] VULPIAN, *L'École de Médecine : Action des substances toxiques et médicamenteuses.*

logues, par l'injection hypodermique de $0^{gr},11$ de chlorhydrate de codéthyline.

» Quatre minutes après avoir reçu sous la peau une injection de $0^{gr},50$ de ce sel, un jeune chien du poids de $2^{kg},50$ est pris de tremblement convulsif, puis de convulsions générales tétaniformes, etc. Ces convulsions deviennent subintrantes, la respiration s'affaiblit et s'arrête, et la mort arrive sans convulsion finale, cinq minutes après l'empoisonnement hypodermique. Avec des quantités plus fortes, les grands animaux de même espèce sont tués dans les mêmes conditions.

» Le procédé physiologique par lequel la codéthyline agit sur l'économie animale peut être précisé dans une certaine mesure.

» Si, chez la grenouille, on sectionne tout près de leur origine médullaire les nerfs qui animent un membre inférieur, et si l'on intoxique ensuite l'animal avec la codéthyline, les convulsions tétaniformes se produisent dans toutes les parties du corps, à l'exclusion du membre dont les nerfs ont été sectionnés. Les nerfs moteurs de ce membre sont imprégnés par les humeurs chargées de l'agent toxique comme tout le reste du corps, cependant ils n'ont pas éprouvé de modification appréciable, leurs propriétés physiologiques ne sont pas changées, et, quand on les électrise, les parties du membre auxquelles ils se distribuent se meuvent normalement.

» Les muscles de ce membre ne sont pas atteints plus que les nerfs centrifuges.

» Une autre expérience classique permet de s'assurer de l'état des nerfs sensitifs. L'artère iliaque d'un côté est liée sur une grenouille que l'on empoisonne ensuite suffisamment, pour qu'elle tombe en collapsus, et que, cependant, les excitations de la périphérie puissent encore provoquer des accès convulsifs. On constate alors que ces excitations déterminent des convulsions tétaniformes généralisées quand elles portent sur la patte qui n'a pas reçu de poison aussi bien que lorsqu'elles sont faites sur le membre dont la circulation n'a pas été interrompue.

» Par conséquent, ce n'est ni sur les nerfs ni sur les muscles que porte l'action de la codéthyline. On doit en dire autant du cœur ou de l'appareil respiratoire, parce que cette base ne trouble pas (directement du moins) la respiration ou la circulation sanguine.

» On doit donc attribuer les effets convulsivants de la codéthyline à une action sur les centres nerveux, analogue sans doute à celle de la strychnine, c'est-à-dire à une exaltation des propriétés réflexes de la substance grise des centres nerveux bulbo-médullaires.

» Quant à l'action physiologique de la *méthocodéine*, les quelques expériences que j'ai pu faire avec cette substance sur des cobayes et des chiens portent à conclure qu'elle agit de la même manière que la morphine. Comme la morphine, elle a produit sur ces animaux des vomissements suivis d'un sommeil plus ou moins prolongé.

» On sait que, indépendamment de ses propriétés anesthésiques, l'opium possède des propriétés convulsivantes. Il semblerait donc, d'après les expériences qui viennent d'être résumées dans cette Note, que M. Grimaux a constitué synthétiquement deux corps différents, l'un narcotique, l'autre convulsivant, dont les similaires sont naturellement réunis dans l'opium. »

ZOOLOGIE. — *Contribution à l'étude des Flagellates*. Note de M. **J. Kunstler**, présentée par M. E. Blanchard.

« Dans la chambre incubatrice du *Cryptomonas ovata* se trouvent des germes à différents états de développement. Les moins avancés dans leur évolution sont formés par un nucléole entouré d'une couche de protoplasma, mais bientôt l'un de leurs pôles se développe plus rapidement que l'autre et s'allonge, et, après qu'ils ont acquis un certain volume, il se produit, à partir de l'extrémité libre de ce pôle allongé jusqu'à la petite zone protoplasmique entourant le nucléole (qui deviendra le noyau de l'être en voie de développement), un cordon axial de protoplasma, qui constitue le premier état du tube digestif. Dans cet organe apparaissent quelques grosses vacuoles qui se divisent et se multiplient rapidement; sa cavité paraît se produire par une sorte de décollement de sa substance suivant son axe. La formation de la cavité générale du corps débute par l'apparition d'un petit creux au sein du protoplasma entourant le tube digestif, puis d'un autre du côté opposé, qui s'accroissent rapidement et se confondent bientôt en une seule cavité. Après qu'ils ont quitté le corps de l'être qui les a produits, il apparaît dans les téguments de ces jeunes individus deux corps verts qui se partagent activement et envahissent une partie notable de la surface interne de ceux-ci, mais toute la couche pigmentaire ne paraît pas ainsi produite, et il se forme encore ultérieurement d'autres régions colorées par simple production de chlorophylle dans le protoplasma tégumentaire.

» Chez le *Chilomonas paramœcium*, Ehrbg., on trouve, comme chez les Cryptomonas, un vestibule du tube digestif, une échancrure antéro-latérale, des flagellums locomoteurs striés, des flagellums préhensiles, un

estomac à parois granuleuses, un intestin se terminant par un anus, des téguments formés par quatre couches à structure vacuolaire et un noyau à plusieurs nucléoles, dont part un tube qui se dilate en une chambre incubatrice, dans laquelle les germes se développent.

» Chez le *Chlamydomonas pulvisculus*, Ehrbg., il existe quatre flagellums (on n'en a décrit que deux) striés, qui sont insérés au pourtour d'une ouverture donnant entrée dans une petite cavité (tube digestif?), de chaque côté de laquelle viennent s'ouvrir de petits canaux aboutissant d'autre part aux vésicules contractiles.

» J'ai trouvé une espèce de Flagellates non décrite, qui présente, comme les *Astasies*, deux flagellums, l'un grand et l'autre plus petit, et possède un corps contractile à forme variable; je l'appelle *Astasia costata*, en raison de l'aspect costulé de ces êtres, qui est dû à ce que leurs téguments contiennent des rangées régulières de grains d'amidon, lorsqu'ils ne sont pas déformés et qu'ils présentent la forme oblongue qui leur est assez habituelle. Leur appareil digestif se compose d'un œsophage étroit, d'une vaste poche stomacale, dont je n'ai pas vu les parois, et d'un intestin allant aboutir à l'anus situé à la partie inférieure du corps. La vésicule contractile se trouve située vers le tiers supérieur du corps, rapproché du bord antérieur. Le noyau est placé dans l'axe de celui-ci, vers son tiers inférieur; je n'y ai jamais vu plus de deux nucléoles. J'ai observé chez eux la division. Tous leurs tissus possèdent la propriété de résister d'une manière extraordinaire à l'action des réactifs colorants.

» J'ai découvert un être présentant la plus grande ressemblance avec les *Noctiluques*, mais vivant dans *l'eau douce*. Comme on ne peut le rapporter à aucun genre connu, je l'appellerai *Künckelia gyrans*.

» La forme est ordinairement globuleuse, mais son corps peut se contracter ou s'allonger et exécuter des mouvements de reptation, mode de locomotion très fréquent chez lui. A la première vue, on est frappé par la présence d'un énorme tentacule qui, lorsque cet animal nage, se meut en tournant avec une vivacité extrême. Sous la cuticule se trouvent deux couches musculaires bien nettes qui se continuent dans le tentacule. La bouche se trouve au-dessous du point où s'insère cet organe locomoteur; elle présente de continuels mouvements de dilatation et d'occlusion; elle donne entrée dans une cavité qui paraît assez vaste. A la partie inférieure du corps se trouve un aiguillon renfermé dans une gaîne qui est contenue dans celui-ci, présentant des organes annexes ressemblant à des glandes, et mû par un appareil musculaire (deux couches de fibrilles). Dans le paren-

chyme du corps se trouve un noyau central, puis une grande quantité de corpuscules réfringents, entourés d'une substance plus claire qui envoie dans diverses directions des prolongements allant s'anastomoser avec des branches analogues venues d'autres points. Je n'ai remarqué aucune phosphorescence chez ces organismes. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur les Rotateurs du genre Mélicerte.* Note de M. **Joliet**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les observations ici résumées ont été faites sur deux espèces de Mélicertes, la *Melicerta ringens* et une espèce voisine qui s'en distingue par la présence d'une longue soie qui la fixe dans son étui. A l'exception de quelques détails, tout ce qui s'applique à l'une s'applique à l'autre.

» *Système nerveux.* — Plusieurs auteurs ont répété, après Huxley, que le ganglion des Mélicertiens est situé près de la bouche, et par conséquent sur la face du corps opposée à l'anus. Ce serait l'inverse de ce qui existe chez tous les Rotateurs. En réalité, ce que ces observateurs ont pris pour le ganglion est une glande, aussi bien par sa structure que par sa situation et ses fonctions. Le véritable centre nerveux est du côté opposé, sur la face dorsale du pharynx. Il se compose d'un groupe de grosses cellules de forme très caractéristique et pourvues d'un noyau volumineux. Plusieurs cellules semblables sont disposées sur les côtés des premières et s'étendent dans différentes directions. Ce centre ressemble assez à celui décrit par Leydig dans le genre *Lacinularia.* Il n'est pas volumineux, et je pense que, dans plusieurs Rotateurs, les ganglions relativement énormes qu'on a décrits sont des glandes, et que le véritable centre nerveux est à rechercher.

» En tout cas, on voit que l'anomalie créée pour les Mélicertiens doit disparaître, et que, comme dans tous les Rotateurs, le système nerveux central se trouve chez ces animaux du côté anal ou dorsal, par conséquent dans la courbure du tube digestif.

» *Reproduction.* — On trouve pendant tout l'été trois sortes d'œufs dans les tubes qu'habitent les Mélicertes : des œufs d'été mâles, qui sont les plus petits et n'ont pas été signalés ; des œufs d'été femelles, plus volumineux ; enfin des œufs d'hiver, encore plus gros, extrêmement opaques au moment de la ponte, et qui plus tard s'enkystent dans une membrane chitineuse ornementée et intérieure au premier chorion. Ces différents œufs ne sont pas pondus par toutes les femelles indistinctement, mais chacune a pour ainsi dire sa spécialité.

» *Formation de l'œuf.* — Il est à remarquer que, dans l'ovaire des Rotateurs, tous les œufs ont un aspect uniforme et paraissent être également avancés, à l'exception d'un seul, qui, détaché de l'ovaire et placé dans cette portion de la membrane enveloppante, qu'on pourrait appeler la *poche de maturation*, est toujours fortement granuleux, et y grossit avec une telle rapidité, qu'en moins de vingt-quatre heures il atteint un volume plus de cinquante fois supérieur à celui qu'il avait conservé plusieurs semaines dans l'ovaire. Ce résultat et ces apparences s'expliquent par ce fait que le stroma de la glande génitale sécrète perpétuellement une grande quantité de granules de deutoplasme. Ce sont ces granules que l'œuf devenu libre agglutine avec rapidité et mêle à sa propre substance vitelline. Dans certaines Flosculaires, chez qui la poche de maturation n'existe pas, et où l'œuf détaché de l'ovaire tombe dans la cavité générale, on voit ces granules circuler et se répandre partout dans le corps, jusque dans le limbe et dans le pédoncule, puis se réunir à l'œuf qui grossit aussi rapidement. Je ne puis m'empêcher de voir dans ces faits une sorte d'ébauche de ce qui se passe dans beaucoup de Turbellariés et chez les Trématodes, où un vitellus supplémentaire fourni par des glandes spéciales (vitellogène) vient s'ajouter à l'œuf (vésicule germinative de Van Beneden), tel qu'il sort de l'ovaire (germigène).

» *Œuf d'hiver.* — On a beaucoup discuté sur la nature de l'œuf d'hiver. Huxley le regarde non comme un œuf véritable, mais comme une portion de l'ovaire séparée du reste, comme une sorte de composé de plusieurs œufs. Il n'admet pas que ces œufs subissent une segmentation après la ponte. Je suis en mesure d'affirmer que les œufs d'hiver se forment dans les Mélicertes exactement comme les œufs d'été, et qu'ils se segmentent après la ponte absolument comme ces derniers. Ce qui a pu tromper l'éminent observateur, c'est que les granules vitellins de l'œuf d'hiver, étant extrêmement opaques, rendent très foncé le stroma de l'ovaire qui les sécrète.

» Les premières phases de la segmentation de l'œuf d'hiver sont identiques à celles de l'œuf d'été; il est difficile de suivre les transformations dans tous leurs détails, à cause de l'opacité qui est extrême, mais la marche générale est exactement la même. A mesure que le développement avance, l'œuf devient moins foncé, jusqu'à prendre une teinte citrine qu'il conserve pendant tout l'hiver. Il est alors revêtu d'une coque interne ornementée et formée de cellules parcheminées. A la fin de l'hiver, en général, cette dernière coque subsiste seule et, vers le mois de mars ou d'avril, il en sort une Mélicerte petite, mais toute formée, et qui ne passe pas par la phase de larve ciliée et nageante, comme celle qui naît de l'œuf d'été.

OEuf d'été mâle. — Le développement de l'œuf mâle est semblable à celui de l'œuf d'été femelle, au moins jusqu'à la fermeture du blastopore. L'être qui en sort est moitié plus petit environ que la larve femelle. Il ressemble à celui-ci pour la forme générale, mais il en diffère par l'absence complète de tube digestif et par la présence d'un organe que, par analogie avec le mâle des *Lacinularia*, je regarde comme un sac à sperme, bien que je n'aie pu y découvrir aucun spermatozoïde, mais tout au plus des cellules mères. Cela peut tenir à ce que j'ai toujours observé le mâle peu de temps après l'éclosion. Je n'ai donc aucune observation sur son rôle. Il est rare, il meurt rapidement; je n'en ai jamais trouvé dans aucun tube de femelle. Féconde-t-il toutes les femelles ou seulement celles à œufs d'hiver? N'en féconde-t-il aucune, comme il arrive chez certaines espèces d'insectes, et la reproduction est-elle exclusivement parthénogénésique? Je ne puis le décider. En tout cas, jamais je n'ai pu observer dans aucune femelle quelque chose qui ressemblât à un spermatozoïde. L'œuf, dès la poche de maturation, se revêt d'un chorion épais; il commence toujours à se segmenter immédiatement après la ponte et en apparence sous l'action de l'eau, car l'œuf prêt à pondre qui reste dans une femelle morte ne se segmente pas, mais se détruit, à moins que l'enveloppe chitineuse de la mère ne se trouve déchirée et ne laisse entrer l'eau, auquel cas l'œuf commence bientôt à se développer. »

ZOOLOGIE. — *Sur la vitalité des germes de l'*Artemia salina *et du* Blepharisma lateritia. Note de M. A. **Certes**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« On a déjà signalé plusieurs fois, après des inondations ou de fortes pluies, l'apparition subite de certains Crustacés inférieurs (*Apus*, *Branchipus*) et l'on en a conclu avec raison que les œufs de ces Crustacés avaient la propriété de se conserver intacts dans des conditions fort différentes de milieu. Une expérience que j'ai réalisée récemment sur l'*Artemia salina* ne laisse aucun doute à cet égard, et démontre que les alternatives de sécheresse et d'humidité auxquelles les œufs de ce Crustacé sont soumis peuvent se prolonger impunément pendant plusieurs années.

» En mars 1878, je recueillais, près de Boutinelli (province de Constantine, Algérie), des eaux salées du chott Timrit. Un examen rapide, le seul qui fût possible à ce moment, me permit cependant de constater l'existence d'algues, d'infusoires, et même de larves dont je ne pus alors déterminer l'espèce. Je fis évaporer l'eau au soleil et je recueillis avec soin les sédi-

ments, en vue d'expériences de réviviscence qui me paraissaient devoir être plus probantes avec des eaux d'une composition chimique toute spéciale qu'avec des eaux douces ou simplement saumâtres.

» Le 9 avril 1881, c'est-à-dire après plus de trois ans de dessiccation complète, ces sédiments ont été replacés dans de l'eau de pluie bouillie et filtrée, qui rapidement est devenue fortement salée. Dès le lendemain, et bien que toutes les précautions eussent été prises pour maintenir cette infusion à l'abri des germes, j'y constatais la présence de Flagellés, et peu après, d'infusoires ciliés, qui, je dois le dire, à raison des espèces reconnues, ne donnaient pas à la faune un caractère bien spécial. C'est au commencement de juin seulement que je m'aperçus de la présence de larves naupliennes, d'abord microscopiques. Le nombre de ces larves s'est beaucoup multiplié depuis. Elles ont grossi et se sont transformées en un animalcule long de $0^m,01$ environ, muni d'une queue, et qui se meut fort agilement à l'aide de ses pattes branchiales. Aujourd'hui encore (31 octobre) j'en possède plusieurs exemplaires vivants. M. Vayssière, qui a bien voulu déterminer l'espèce de ces animalcules, y a reconnu l'*Artemia salina*. Déjà en 1875, Schmankevitsch avait signalé les curieuses modifications que subit l'organisation de ce petit Crustacé branchipode, suivant le degré de salure des eaux dans lesquelles il vit. De mon côté, avant même d'être fixé sur l'espèce à laquelle j'avais affaire, j'avais transporté dans de l'eau de mer un certain nombre d'*Artemia* qui y vivent encore. Jusqu'à présent, je n'ai remarqué aucune autre modification que leur extrême transparence, due sans doute au changement de nourriture.

» La présence de l'*Artemia salina* a été déjà constatée, d'après Claus, dans les marais salants, aux environs de Montpellier, de Cagliari, de Lymington et en Crimée. M. Vayssière l'a retrouvée près de Marseille. Elle n'avait pas encore été signalée dans les chotts d'Algérie, où les périodes de dessiccation sont certainement plus chaudes, plus prolongées et plus fréquentes que dans les localités dont je viens de parler.

» Qu'il s'agisse de germes, d'œufs ou d'animaux dits réviviscents, les phénomènes de vie latente sont au fond les mêmes. Dans ces divers cas, la mort n'est qu'apparente. Les phénomènes de combustion organique et les échanges nutritifs ne cessent jamais complètement au sein de l'être vivant, œuf, graine ou animal. Je ne m'écarte donc pas sensiblement de mon sujet en signalant un autre fait, que j'ai eu occasion d'observer en Algérie sur le *Blepharisma lateritia*, infusoire cilié relativement assez rare.

» Le Sahel d'Alger est dominé par une petite montagne, la Bouzaréah, au sommet de laquelle subsistent les fossés d'un ancien fortin turc. En

1877, la sécheresse a été exceptionnelle, même dans le Sahel. Dès les premières pluies, je montai à la Bouzaréah, et, dans le même fossé où j'en avais récolté huit mois auparavant, je retrouvai en abondance des *Blepharisma*, très nettement caractérisés par leur forme et leur coloration rosée. Cette fois encore, et par une chaleur torride, il y avait eu vie latente pendant plusieurs mois, soit des animalcules, soit de leurs germes, soit de leurs kystes.

» J'ai encore entre les mains de nombreux sédiments provenant de localités fort diverses. Je me propose de continuer ces expériences au printemps prochain. »

BOTANIQUE. — *Sur les spores d'hiver du* Peronospora viticola. Note de **M. Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre.

« On sait que la maladie des vignes que l'on a désignée sous le nom de *Mildiou* (Mildew des Américains) est produite par un champignon parasite, le *Peronospora viticola*, qui envahit et tue les feuilles avec une rapidité effrayante, quand les conditions extérieures favorisent son développement. Ce champignon a des organes de reproduction de deux sortes :

» 1° Les conidies ou spores d'été, qui, pendant la belle saison, se montrent en quantité prodigieuse à l'extrémité de filaments ramifiés qui sortent par bouquets à travers les stomates des feuilles encore vertes. Formées dans le cours de la nuit, elles germent au premier matin dans les gouttelettes de la rosée.

» 2° Les oospores ou spores d'hiver, qui s'organisent à l'intérieur des feuilles, dans les parties desséchées et mortes, où elles hivernent à l'abri d'une coque dure et résistante, attendant pour germer l'époque du réveil de la végétation de la vigne. Cachées dans la profondeur des feuilles sèches, elles ont été jusqu'ici rarement observées. En Amérique, M. Farlow les a bien étudiées et figurées, mais il ne les a vues que sur une espèce de vigne américaine, le *Vitis æstivalis*. En France, c'est M. Millardet qui les a découvertes, l'an dernier, sur des vignes françaises, à Bordeaux. Mais, comme cette observation n'avait pu être répétée jusqu'ici, il semblait encore permis de penser que la production des oospores du *Peronospora* n'était qu'exceptionnelle dans notre pays, qu'elle n'était pas l'unique moyen de propagation du champignon d'une année à l'autre, ce qui devait entraîner beaucoup d'incertitude dans les tentatives à faire pour combattre le mal pendant le repos de la végétation de la vigne.

» J'ai pu me convaincre cette année, dans le cours d'une mission de

recherches sur les maladies des plantes que M. le Ministre de l'Agriculture m'avait fait l'honneur de me confier, que l'on ne doit plus garder le moindre doute sur la formation prodigieusement abondante des spores d'hiver du *Peronospora* sur tous les cépages de notre pays, et dans toutes les régions où l'on cultive la vigne. Je les ai observées, en particulier, à Nérac sur le Jurançon blanc, à Libourne sur le Verdot, aux environs de Tours sur divers cépages, et l'on pourrait certainement multiplier beaucoup les exemples.

» Je viens de recevoir aussi de M. Pirotta des préparations d'oospores de *Peronospora* qu'il a récoltées, cette année, sur des vignes italiennes. Il ne paraît donc pas douteux que ces spores hibernantes n'aient échappé souvent à l'observation, par ce seul motif qu'elles sont bien cachées dans la profondeur des feuilles mortes.

» La quantité de ces petits corps que contient une feuille sèche est vraiment effrayante : sur des échantillons que je puis considérer comme représentant à peu près l'état moyen, je n'en compte pas moins de 200 par millimètre carré de feuille.

» Grâce à la sécheresse exceptionnelle de l'été, le *Peronospora* de la vigne n'a pas causé, cette année, de dommage notable dans nos vignobles de France; mais il serait fort imprudent de fermer les yeux sur le danger qu'il peut faire courir à nos vignes dans le cas où une saison plus humide favoriserait son développement. Il serait fort sage de s'occuper, dès à présent, de détruire les germes de la maladie, au moment où il est relativement facile de les atteindre. Aussitôt que les ceps seront entièrement dépouillés, on devrait faire amasser en tas, avec des balais, toutes les feuilles et les brûler. Dans toutes les vignes plantées en ligne, au moins, cette opération serait aisée et peu coûteuse, et l'on ne saurait, je crois, conseiller de mesure préventive dont l'efficacité contre le développement ultérieur de la maladie soit plus assurée. »

GÉOLOGIE. — *Découverte du gypse dans les couches du tertiaire éocène supérieur du Tarn.* Extrait d'une Lettre de M. **Alf. Caraven-Cachin** à M. de Quatrefages.

« En creusant un puits à Sarcloire, près Castres, les ouvriers terrassiers ont découvert, à 2^{m} de profondeur du sol et dans des marnes argileuses rouges et jaunes, des rognons et des plaquettes de *chaux sulfatée* que M. Bertrand s'est empressé de nous envoyer.

» Le gypse de Castres est tantôt gris et grenu, et se présente sous forme de masses irrégulières et cristallines, qui semblent résulter d'actions thermales; tantôt il est blanc, saccharoïde et stratifié; dans ce dernier cas, sa stratification suit la même inclinaison que celle du terrain qui le renferme (nord-est à sud-ouest). Ce dernier a été formé par voie de sédiment.

» Les couches supérieures, les seules que nous connaissions encore, mesurent de $0^m,025$ à $0^m,10$ d'épaisseur. Ce filon est très beau; calciné, son plâtre rivalise avec le plus beau plâtre de Paris, dont il se rapproche du reste par sa composition chimique.

» Voici les résultats de nos analyses :

	GYPSE	
	formé par voie de sédiment.	provenant d'actions thermales.
Chaux	32	31,00
Acide sulfurique	44,40	42,00
Eau	23,60	20,00
Carbonate de chaux	»	5,40
Argile	»	1,60
	100,00	100,00

» Au point de vue géologique, cette découverte vient jeter une vive lumière sur l'étude stratigraphique des terrains tertiaires du sud-ouest de la France, qui est à peine ébauchée. Pour nous, le gypse de Castres est contemporain des marnes gypseuses du Mas-Sainte-Puelle (Aude); des calcaires marneux sans fossiles des Bouches-du-Rhône et de Vaucluse; des calcaires et des gypses du bassin de Paris et de la Loire.

» Cette découverte complète l'analogie qui existe entre les deux bassins du Tarn et de la Seine, dont l'étude paléontologique nous avait déjà fourni un grand nombre de rapprochements. »

M. F. **Hément** adresse une Note sur les caractères que présente la parole, chez les sourds-muets auxquels on parvient à faire articuler des sons.

D'après les résultats que M. Hément croit avoir constatés, à l'Institution des sourds-muets fondée sous le patronage de la famille Pereire, les enfants auxquels la parole est rendue auraient *l'accent de leur pays*. Ces enfants n'ayant jamais entendu parler, leur accent ne peut résulter, selon M. Hément, que de conformations organiques semblables à celles de leurs parents : ce serait là un nouvel exemple de ressemblances physiques, transmises par hérédité.

M. **Émile Blanchard** présente, au sujet de cette Communication, les observations suivantes :

« Je ne crois guère possible d'admettre que les enfants étrangers instruits dès le bas âge dans notre langue parlent fatalement avec un accent qui dénonce leur origine. On s'expliquerait moins encore comment de jeunes sourds, devenus habiles à émettre la parole aux leçons du même maître, peuvent trahir par l'accent la province où ils sont nés. Il y a quelques années, dans la maison instituée par la famille Pereire, applaudissant de toutes mes forces au système d'éducation qui permet à de pauvres infirmes, naguère isolés dans la société, de communiquer avec tout le monde, j'ai écouté, à plusieurs reprises et avec une extrême attention, les enfants privés de l'ouïe exercés à la parole. Tout en reconnaissant l'étendue du bienfait, il m'a fallu constater, après bien d'autres observateurs, que la voix des sourds de naissance, rauque, métallique, gutturale, sans modulations et sans inflexions, échappe à la caractérisation des accents qui distinguent des voix humaines. On doit remarquer qu'à l'enfant sourd apprenant à parler le maître montre de quelle manière il faut placer les lèvres, ouvrir la bouche, rapprocher ou écarter les dents, gonfler les joues, pour produire les sons; ainsi serait-il aisé de comprendre qu'un accent ou des intonations du maître se retrouvent chez l'élève.

» La question de savoir si la présence ou l'absence de certaines articulations, dans les idiomes des peuples, coïncide avec des particularités de l'appareil phonétique reste tout à fait incertaine. Dans une étude sur la voix, publiée en 1876, m'appuyant sur certaines observations et sur ces faits, que les races polynésiennes remplacent les dentales par des gutturales (¹), que les Chinois substituent dans les mots français ou anglais le trille doux au trille rude (²), j'ai résumé en ces termes les probabilités :

« Les préférences pour la rudesse ou pour la douceur du langage semblent attester que ni les organes de la voix, ni les perceptions auditives ne sont absolument identiques chez toutes les races d'hommes. Les différences de la voix et les différences de perception auditive ne dépendent-elles pas un peu de l'organisme, beaucoup de la première éducation? On est tenté de le croire. Les observations et les expériences n'ont pas encore fait luire la vérité scientifique, »

» Depuis cette époque, j'ai eu l'occasion de m'entretenir avec un Chinois,

---

(¹) Les *d* et *t* par *g* et *k*.

(²) *l* pour *r*; *Eulope, Amélique* pour Europe, Amérique.

très passablement familiarisé avec la langue française; il articulait les *r* avec une parfaite netteté. On n'aura de solution définitive à ce sujet que le jour où de nombreux enfants des races parlant des idiomes très particuliers, éloignés de leurs parents dès la naissance, auront été accoutumés à ne parler qu'une langue européenne. »

M. Ch. **Musset** adresse une Note « Sur l'insensibilité spontanée de la sensitive (*Mimosa pudica* L.) ».

L'auteur s'est livré à une série d'observations, suivies régulièrement du 19 août au 8 septembre. Parmi les résultats auxquels il est parvenu, il signale particulièrement l'action d'un abaissement brusque de température, qui peut déterminer instantanément la fermeture des foliolules, sans changement sensible de position des pétioles, et avec une insensibilité complète des organes moteurs, insensibilité qui persiste pendant plusieurs heures. M. P. Bert s'était servi du chloroforme, de l'éther, et d'une obscurité prolongée, pour suspendre, chez la sensitive, les mouvements *provoqués*, sans toucher aux mouvements *spontanés*. Les observations actuelles de M. Musset ajoutent, à ces conditions d'anesthésie, un refroidissement presque subit, tel que celui qu'il a pu observer le 24 août, à la suite d'une chute de grêle. M. Musset donne aux mouvements par affaissement brusque, avec perte momentanée de sensibilité, le nom de mouvements *cataleptiques*, sans attacher à cette expression plus d'importance que n'en attachait Linné à l'expression de *sommeil*, appliquée à la position nocturne des feuilles de certaines plantes.

M. É. **Delaurier** adresse la description et le dessin d'une « *Machine magnéto-tellurique*, pouvant se transformer en un *moteur électro-tellurique* ».

M. E. **Cervenka** adresse, de Prague, une Note relative à la propulsion des navires.

La séance est levée à 5 heures. D.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 NOVEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTROCHIMIE. — *Recherches sur l'électrolyse;* par M. **Berthelot**.

« 1. Les sulfates étudiés dans ma Note précédente sont formés par des métaux qui ne possèdent qu'un seul degré d'oxydation; l'acide sulfurique étendu lui-même n'est ni oxydable ni réductible par électrolyse : il m'a paru de quelque intérêt d'examiner des sels remplissant des conditions différentes.

» 2. Soit, par exemple, le sulfate ferreux [1]; les trois réactions électrolytiques les plus simples que l'on puisse imaginer répondraient à l'absorption des quantités de chaleur suivantes :

Séparation du métal et de l'oxygène libres............. ..	-47^{Cal}
Séparation de l'oxyde et de l'acide, et formation d'hydrogène et d'oxygène libres................................	-47
Décomposition de l'eau en oxygène et hydrogène..........	$-34,5$

Or, si l'on opère avec la force électromotrice la plus faible possible et en

(1) On dissout le sel, au moment même de l'expérience, pour éviter l'action de l'air.

employant des électrodes de platine à petite surface, il se précipite du fer métallique au pôle négatif, tandis qu'aucun gaz n'apparaît au pôle positif; l'oxygène étant employé à changer le sulfate ferreux en sulfate ferrique basique, corps soluble d'ailleurs (¹).

$$2(SO^3, FeO) + O = 2SO^3, Fe^2O^3, \text{ dégage} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +13^{Cal}$$

Par suite, la force électromotrice indispensable tombe vers $47 - 13 = 34^{Cal}$, valeur que les changements de concentration peuvent même abaisser vers 32 à 33.

» L'électrolyse ici n'est plus accusée par un dégagement gazeux, mais par la précipitation à l'électrode négative du fer métallique, redissoluble dans l'acide sulfurique étendu avec dégagement d'hydrogène. Or je n'ai pas observé de fer précipité avec 1 Zn-Pt(19^{Cal}), 1 Zn-Pt + 1 Zn-Cd(27^{Cal}), ou 1^{dll}(24^{Cal},5). Au contraire, le fer apparaît aussitôt avec 2^{dlls}(49^{Cal}), ou 2Zn-Pt(38^{Cal}), ou 1^{dll} + 2Zn-Cd(40^{Cal},5). Il commence à se manifester, quoique à la limite, avec 1^{dll} + 1 Zn-Cd(32^{Cal},5).

» Je n'ai pas observé de gaz avec 2^{dlls} ou moins : la séparation du fer est donc le phénomène qui se produit sous l'influence de la plus petite force; mais l'énergie qui répond à l'oxydation du sulfate ferreux concourt à abaisser la force électromotrice limite.

» Si l'on augmente la force électromotrice, par exemple en opérant avec 3^{dlls}(73^{Cal},5), ou 2^{dlls} + 1 Zn-Pt(68^{Cal}), ou 1^{dll} + 2Zn-Pt (62^{Cal},5), ou même 3Zn-Pt(57^{Cal}), ou 2^{dlls} + 1 Zn-Cd(57^{Cal}), l'oxygène et l'hydrogène apparaissent aux deux pôles, c'est-à-dire qu'il y a électrolyse du sulfate ferreux, avec formation d'oxyde et d'acide, joints à l'oxygène et à l'hydrogène, ce qui absorbe -47^{Cal}; quantité inférieure à celle qui répond aux systèmes voltaïques ci-dessus. La limite inférieure est difficile à préciser davantage, à cause de la polarisation. Quoi qu'il en soit, le phénomène est analogue à l'électrolyse du sulfate de potasse, mais il ne se produit pas tout d'abord, parce qu'il existe une autre réaction, répondant à une force électromotrice plus petite. Le fer et le sulfate ferrique n'en continuent pas moins à se former, en même temps que l'hydrogène et l'oxygène, c'est-à-dire que deux procédés d'électrolyse distincts fonctionnent simultanément. On reviendra tout à l'heure sur ce point.

» 3. Le sulfate manganeux donne des résultats analogues, très caractéristiques.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. XXX, p. 158.

» Les trois réactions électrolytiques les plus simples que l'on puisse imaginer sont les suivantes, portant sur $SO^4Mn + HO$. La formation :

	Cal
SO^4H étendu + O + Mn absorberait	— 60,9
SO^4H étendu + MnO + O + H............	— 48,0
SO^4Mn étendu + H + O..................	— 34,5

» Mais si l'on opère avec la force électromotrice la plus faible qui puisse provoquer la décomposition, il se précipite au pôle positif du bioxyde de manganèse, et il se dégage de l'hydrogène au pôle négatif; la réaction réelle est alors la suivante :

SO^4Mn étendu + 2HO = (SO^4H étendu + MnO^2) + H, absorbe... — 37^{Cal}

La valeur même de la plus petite force électromotrice nécessaire y répond. En effet, $1^{dll}(24^{Cal},5)$; 1 Zn-Pt (19); 1 Zn-Pt + 1 Zn-Pt (27), n'ont rien produit; mais 3 Zn-Pt (57), ou 2^{dlls} + 1 Zn-Cd (57), ou $2^{dlls}(49)$, ou 2 Zn-Pt + 1 Zn-Cd (43), ou 2 Zn-Pt (38), ont produit de l'hydrogène et du bioxyde de manganèse. Dans aucune de ces circonstances, on n'a vu apparaître ni l'oxygène au pôle positif, ni le manganèse métallique au pôle négatif.

» Ainsi la réaction produite par la plus faible force électromotrice ne répond pas, comme avec le sulfate ferreux, à la mise en liberté du métal, Mn, et du groupe $SO^3 + O$; au contraire, c'est le bioxyde de manganèse qui se sépare au pôle positif, à l'état peroxydé, à côté de l'acide sulfurique, $MnO^2 + SO^3$; tandis que l'hydrogène, H, apparaît à l'autre pôle. On voit bien, par là, que la force électromotrice qui détermine la limite du phénomène dépend de la somme minima des énergies, qui est une donnée purement mécanique, et non de la constitution symbolique du composé salin.

» 4. Si l'on accroît la force électromotrice au delà de la limite précédente, il arrive un moment où l'on observe la réaction réputée normale : l'oxygène étant visible, et le manganèse précipité à l'électrode négative. Ce métal donne lieu à un dégagement d'hydrogène, lorsqu'on plonge l'électrode qu'il recouvre dans l'acide chlorhydrique étendu. Cette réaction électrolytique ne se manifeste pas avec 3Zn-Pt (57^{Cal}), ou 2^{dlls} + 1Zn-Pt (57^{Cal}); mais elle a lieu avec $3^{dlls}(73^{Cal},5)$, ou 2^{dlls} + 1Zn-Pt (68^{Cal}), et même à la limite avec 2^{dlls} + 2Zn-Cd (65^{Cal}) et 1^{dll} + 2Zn-Pt ($62,5^{Cal}$). Avec ces derniers systèmes, il faut attendre quelques minutes pour pouvoir observer le manganèse.

» On voit d'abord que la force électromotrice nécessaire pour précipiter le manganèse répond bien à la théorie, laquelle indique $60^{Cal},9$ pour limite.

» Mais ces expériences donnent lieu à une autre remarque, plus intéressante peut-être. En effet, la formation du manganese et de l'oxygène, produits sous l'influence d'une certaine force électromotrice, ne supprime pas la réaction produite sous l'influence d'une force électromotrice plus faible, je veux dire la séparation du bioxyde de manganèse et de l'hydrogène. Dès que l'énergie nécessaire à la première réaction est présente, celle-ci a lieu isolément; si l'énergie est accrue jusqu'au degré nécessaire à la deuxième réaction, celle-ci a lieu également, mais sans suspendre la première. Nous avons déjà vu qu'il en est de même pour l'électrolyse du sulfate ferreux.

» Une observation pareille s'applique aux expériences faites sur le sulfate de potasse, en prenant le mercure comme électrode négative. Une certaine force électromotrice suffit, comme on l'a vu, pour électrolyser ce sel, avec formation d'hydrogène et d'oxygène, sans former d'amalgame de potassium. Avec une force électromotrice plus élevée, l'amalgame apparaît, mais sans que pour cela la première réaction ait cessé.

» C'est précisément une circonstance analogue qui explique la formation des métaux alcalino-terreux au sein des solutions concentrées de leurs chlorures, dans les expériences célèbres de M. Bunsen.

» 5. Les observations que je viens d'exposer concourent toutes pour mettre en évidence ce que l'on pourrait appeler le principe de la force électromotrice minima dans les électrolyses, en vertu duquel une décomposition électrolytique s'opère dès que la somme des énergies nécessaires est présente.

» Ce principe se vérifie nettement toutes les fois qu'il n'y a pas polarisation des électrodes, c'est-à-dire formation de composés spéciaux qui demeurent intimement unis à la matière même des électrodes et qui enrayent l'électrolyse, parce qu'ils tendent à développer une force électromotrice de signe contraire. On sait que cette difficulté a arrêté jusqu'ici tous les électriciens. Je l'ai également rencontrée dans les essais qu'il me reste à décrire.

» 6. Soit d'abord l'azotate de potasse : AzO^6K. En supposant ce sel séparé par électrolyse en acide et base dissous, l'eau acidulée étant décomposée en même temps en oxygène et hydrogène, il conviendrait d'employer une force équivalente à $-48^{Cal},2$. Mais l'hydrogène peut être absorbé par l'a-

cide en formant divers composés (ammoniaque, acide azoteux, azote, etc.), ce qui dégage [1] $+34^{Cal},5$, diminuées de quantités égales à $12^{Cal},1$; ou $9^{Cal},3$; ou $2^{Cal},8$, suivant la réaction. Le travail nécessaire à l'électrolyse pourrait se trouver ainsi réduit à -26^{Cal}, -23^{Cal} et même -16^{Cal}.

» En essayant de vérifier ces inductions, j'ai observé ce qui suit : $1^{dll}(24^{Cal},5)$, ou 1Zn-Pt + 1Zn-Cd (27^{Cal}) n'ont rien produit. Au contraire, $3^{dlls}(73^{Cal},5)$ développent du gaz aux deux pôles. 2Zn-Pt + 3Zn-Cd (64^{Cal}) agissent de même; les gaz apparaissaient dans ce dernier cas, d'abord au pôle positif (oxygène); puis à l'autre pôle, quoique en faible abondance. On met alors les deux fils de platine en contact, on les frotte l'un contre l'autre, puis on les sépare. Tout dégagement gazeux s'arrête. On renverse les pôles, le dégagement des gaz recommence. On met de nouveau les deux électrodes en contact momentané, puis on les sépare : les gaz s'arrêtent encore; puis le dégagement reprend peu à peu de lui-même et va s'accélérant.

» Des phénomènes semblables ont été observés avec les systèmes suivants : 2Zn-Pt + 2Zn-Cd (54^{Cal}); 2Zn-Pt + 1Zn-Cd (46^{Cal}); 2^{dlls} + 1Zn-Cd (57^{Cal}); $2^{dll}(49^{Cal})$; et même avec 2Zn-Pt (38^{Cal}); à cela près que le dégagement gazeux, arrêté par le contact des électrodes, ne reprenait plus de lui-même après leur séparation, dans la plupart des cas. Parfois même le dégagement initial cesse spontanément au bout de quelques instants.

» En d'autres termes, nous avons affaire à des phénomènes de polarisation et à des réactions complexes. Ces effets sont tellement marqués avec l'azotate de potasse, qu'il ne m'a pas été possible d'assigner les limites de l'électrolyse.

» 7. Le sulfate d'ammoniaque a donné lieu à des observations du même ordre. *A priori*, l'électrolyse pure et simple exigerait $-14,5-34,5=-49^{Cal}$, quantité qui devrait être diminuée en valeur absolue de 12 à 14^{Cal}, en raison de l'oxydation de l'ammoniaque : ce qui la ramènerait au chiffre 37 ou 35.

» En fait, $1^{dll}(24^{Cal},5)$ ne produit rien; tandis que 2^{dlls} + 1Zn-Cd (57^{Cal}) développent des gaz au pôle négatif. Avec 2Zn-Pt + 2Cd-Zn (54^{Cal}), on a observé des gaz aux deux pôles; le contact momentané de ceux-ci a été suivi seulement par un ralentissement de l'action. Avec 2ZnPt (38^{Cal}), il y a déjà apparition de gaz; le contact momentané des électrodes l'arrête; l'inversion du courant le rétablit, etc.

---

(1) *Essai de Mécanique chimique, Supplément*, p. 3.

» Le chiffre 38 serait voisin de la théorie ; mais la polarisation empêche de préciser.

» 8. Soit encore l'acétate de soude. L'électrolyse de ce sel, si elle produisait uniquement de l'acide acétique, de la soude, de l'hydrogène et de l'oxygène, exigerait $-47^{Cal},8$; mais on sait, d'après M. Kolbe, que l'oxygène brûle l'acide au pôle positif, en formant du méthyle et de l'acide carbonique :

$$C^4H^4O^4 \text{ étendu} + O = C^2H^3 \text{ gaz} + HO + C^2O^4 \text{ dissous, dégage} \ldots\ldots \quad +10^{Cal}$$

ce qui pourrait abaisser à -38^{Cal} la chaleur absorbée dans l'électrolyse.

» En effet, je n'ai pas observé de gaz avec $1^{dll}(24^{Cal},5)$; 1 Zn-Pt(19^{Cal}); 1 Zn-Pt + 1 Zn-Cd(27^{Cal}); 1 Zn-Pt + 2 Zn-Cd(35^{Cal}). Au contraire, il y a électrolyse notable avec $3^{dlls}(73^{Cal},5)$.

» Avec $2^{dlls}(49^{Cal})$, 1 Zn-Pt + 3 Zn-Cd(43^{Cal}) et même 2 Zn-Pt(38^{Cal}), la réaction commence ; mais elle est arrêtée par le contact momentané des deux électrodes ; le renversement du courant la fait reparaître, etc. — La limite de la force électromotrice efficace serait à peu près celle que la théorie indique ; mais les phénomènes de polarisation ne permettent guère de compter sur la certitude du résultat.

» 9. Ainsi, la limite des forces électromotrices efficaces est incertaine lorsqu'il y a polarisation : pour tenir compte de celle-ci et vérifier si elle rentre dans la loi commune, il faudrait savoir la nature réelle des composés qu'elle met en jeu et leur chaleur propre de formation. Mais, en dehors de cette complication, on peut, je crois, admettre comme établie la relation nouvelle qui détermine la grandeur minima des forces électromotrices nécessaires pour l'électrolyse ; les énergies chimiques apportent, au contraire, à celle-ci le complément le plus grand qui soit possible.

» On retrouve ici, comme en Thermochimie et dans une multitude de phénomènes naturels, la notion mécanique de la moindre action. »

ZOOLOGIE. — *Les laboratoires maritimes de Banyuls-sur-Mer et de Roscoff.* Note de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« En faisant connaître à l'Académie, le 14 février dernier, les résultats obtenus pour l'amélioration et la création des stations zoologiques maritimes dont je m'occupe, je disais : « Le nombre (27) des personnes ayant

» travaillé à Roscoff en 1880 est considérable, et cependant il est facile de » prévoir qu'il sera dépassé en 1881. »

» Avec une satisfaction que je ne saurais cacher, je puis annoncer aujourd'hui que non seulement le chiffre de l'année dernière a été dépassé en 1881, mais qu'il l'a été au delà de toutes mes espérances et de toutes mes prévisions.

» Nous avons été pendant un temps assez long au nombre de 25, tous logés ou travaillant dans les deux maisons de la station de Roscoff, et le nombre total des personnes venues a été de 38 : du mois de mai au mois d'octobre, 36 ont habité longtemps, quelques-unes plusieurs mois, le laboratoire.

» Les progrès de la station se continuent donc régulièrement.

» J'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie les travaux faits dans mes laboratoires.

» Une grande amélioration a eu lieu cette année. Un vaste vivier de 40^{m} de long sur 38^{m} de large se termine en ce moment sous les murs du jardin de l'État. Pour les expériences sur les gros animaux et pour les travaux courants, les zoologistes trouveront dans cette construction des ressources d'une importance extrême. Le service surtout de l'aquarium y gagnera beaucoup.

» La commune de Roscoff a, sur ma demande, cédé le chemin public qui séparait le vivier du jardin de l'Etat, de sorte que l'aquarium et les laboratoires qui seront construits ultérieurement seront placés aussi commodément que possible au devant de ce grand vivier, qui seul nous sépare désormais de la grève.

» Quand l'établissement sera terminé, on trouvera difficilement un ensemble de conditions plus favorables et réunies aussi heureusement sur un même point.

» Une circonstance que je ne dois pas omettre de signaler a favorisé les recherches de cette année.

» J'avais demandé à M. l'amiral Cloué, Ministre de la Marine, de mettre à ma disposition l'un des gardes-pêche de la Manche. Le *Canard*, petit bâtiment de l'État, est venu me joindre à Perros, où j'avais conduit une excursion de jeunes zoologistes, et nous a ramenés à Roscoff, où il a passé un mois pour exécuter des dragages au large. Je suis heureux d'adresser mes plus vifs remerciements à M. l'amiral Cloué, que nous avons tous trouvé disposé à aider la science quand nous le lui avons demandé.

» Sur le nombre des savants venus, quelques-uns appartenaient à nos

grands établissements scientifiques d'enseignement supérieur de Paris et à nos Facultés; huit étaient étrangers : Suisses, Belges, Hollandais, Grecs, Roumains, Américains, Anglais, ont travaillé en 1881 dans mes laboratoires de Roscoff ou de Paris.

» Enfin, l'École Normale supérieure a envoyé cinq des élèves de sa nouvelle section d'Histoire naturelle.

» Le service des envois d'animaux vivants a continué, mais, les demandes ayant été très nombreuses, une réglementation est devenue nécessaire.

» Ces quelques mots suffisent pour montrer combien est florissant l'état de la station, état qu'il faut rapporter, à n'en pas douter, à son organisation essentiellement pratique.

» Mon but, aujourd'hui, est surtout de rendre compte à l'Académie de l'avancement des travaux de la création nouvelle des Pyrénées-Orientales.

» Lors de ma dernière Communication, j'étais encore indécis sur le lieu de l'installation, j'étais dans l'embarras du choix, car deux localités se disputaient la possession du laboratoire; depuis lors, il faut le dire, Banyuls-sur-Mer m'a forcé la main.

» Je n'étais plus libre en face du département dont le Conseil général avait voté libéralement une forte somme; de l'administration que sollicitaient avec instance MM. les députés Escanyé et Forné, et enfin de l'Académie, qui m'a si puissamment aidé en couvrant mes projets de son haut patronage. Il y aurait eu, en effet, fort mauvaise grâce à continuer de demander Port-Vendres, où beaucoup d'avantages naturels se trouvaient sans doute réunis, mais où aussi les ressources offertes pour aider la création étaient bien au-dessous de celles que présentait Banyuls.

» L'Académie me permettra-t-elle de lui dire que, pour arriver à temps et ouvrir les portes du laboratoire dans l'hiver prochain, j'ai fait tout ce qu'il était possible? Elle en jugera quand j'ajouterai que, du mois d'avril au mois d'octobre, j'ai fait six fois le voyage des Pyrénées-Orientales et cinq fois celui de Roscoff.

» Je dois des remerciements tout particuliers à M. le préfet Rivaud. Il a mis tous ses soins à écarter les lenteurs administratives et celles de l'adjudication des travaux qui, commencés dans les premiers jours d'octobre, sont poussés avec une activité suffisante pour que les bâtiments puissent être couverts en décembre et leur emménagement terminé en janvier, ainsi que me le promet M. l'architecte Ramon.

» Par respect pour la vénération dont est entouré dans son pays le nom

de notre illustre ancien confrère, j'ai donné au laboratoire de la station de Banyuls-sur-Mer le nom de *laboratoire Arago*.

» Voici où est située la station et sur quels plans elle est établie :

» Le port de Banyuls est au fond d'un vaste amphithéâtre que forme l'une des plus grandes échancrures de la terminaison des Pyrénées plongeant dans le golfe du Lyon. De la grève, il paraît circulaire ; la ville en occupe les bords à l'ouest, en face de l'île Grosse, reliée par un môle au petit promontoire de Foutaulé. C'est sur ce promontoire, à 500^{m} ou 600^{m} de la ville, que s'élève la station.

» Les embarcations seront mouillées en arrière du môle, à l'abri de la mer de l'Est, sous la terrasse du laboratoire.

» La vue dont on jouit du promontoire de Foutaulé est véritablement superbe ; à l'Est et au Nord, on domine la mer ; à l'Ouest se déroule le panorama du port, de la ville et des coteaux si pittoresques de Banyuls, que couronnent les crêtes âpres des Pyrénées, sur lesquelles se dressent encore les vieilles tours des signaux de Madeloc et de la Massane.

» La position est à la fois excellente et charmante. Le travailleur y trouvera une tranquillité parfaite et l'air le plus pur.

» Le bâtiment a pour base un rectangle allongé ; il a deux façades, l'une au nord, l'autre au midi. Son rez-de-chaussée est occupé par l'aquarium, grande pièce de 27^{m} de long sur 10^{m} environ de large, au milieu de laquelle est un bassin central, avec jet d'eau, destiné à recevoir de gros animaux ; dans les ouvertures du Sud et de l'Est seront établis de grands bacs éclairés par le haut.

» Au premier, il y aura neuf cabinets de travail ou laboratoires particuliers, mesurant 4^{m} sur 4^{m} ; une grande pièce pour les conférences et le travail en commun ; une bibliothèque de Zoologie marine, un magasin à verrerie et à réactifs, enfin un cabinet pour le directeur.

» On le voit, tout le bâtiment est occupé par les services scientifiques, sauf cependant un logement pour le gardien. Quant aux mansardes, étant assez élevées, elles pourront être utilisées plus tard.

» L'eau nécessaire aux aquariums sera élevée par une machine à vapeur dans une cuve creusée dans le rocher du sommet du promontoire.

» Cette maehine a été donnée sur ma demande, avec recommandation de taire le nom du donateur ; je ne puis cependant m'empêcher de lui adresser ici mes remerciements.

» Dans chaque cabinet, un outillage scientifique, complet et semblable, sera mis à la disposition des travailleurs ; cependant, l'un de ces laboratoires

recevra un mobilier destiné aux recherches de Physiologie expérimentale.

» Tout bien compté, et par suite des dons obtenus et des votes acquis, j'ai recueilli 48 000^{fr} qui seront employés pour couvrir les frais de la construction des bâtiments et du gros outillage, ainsi que pour parer à quelques dépenses indépendantes des constructions.

» Une souscription recueillie par M. Pascal, maire de Banyuls, est destinée à l'acquisition d'une grande embarcation armée pour les dragages et la manœuvre du scaphandre. Cette embarcation est offerte par la ville de Banyuls au Laboratoire.

» Le mobilier, l'outillage scientifique, l'entretien et les appointements du personnel de la station restent à la charge de l'État, et, grâce à l'appui chaleureux de MM. les députés des Pyrénées-Orientales, la dotation obtenue pour le laboratoire Arago permettra de commencer les travaux dans d'excellentes conditions.

» Ainsi se trouve réalisée une idée que j'ai poursuivie sans relâche depuis plus de trois ans.

» Après avoir fondé Roscoff et constaté tous les avantages que les zoologistes tirent de cette institution, il était facile de reconnaître que les travaux ou l'éducation des jeunes savants, commencés pendant l'été sur les côtes de l'Océan, étaient forcément interrompus pendant l'hiver, et qu'il restait quelque chose à faire

» L'idée de compléter Roscoff, station d'été, par la création d'une station d'hiver, se présentait donc tout naturellement. C'est à quoi j'ai appliqué mes soins les plus assidus.

» Il m'a fallu, pour réussir, une ténacité bien grande, en présence des difficultés que j'ai rencontrées sans cesse renaissantes. Qui sait si elles sont toutes épuisées !

» Heureusement, l'Académie m'a soutenu en encourageant mes projets, et je suis venu aujourd'hui la remercier en lui annonçant que l'œuvre est accomplie.

» Grâce à elle, grâce au concours des circonstances heureuses que son influence a contribué à développer, j'ai pu enfin doter la seule chaire de Zoologie générale et classique de Paris, celle qui est détachée de toute attribution spéciale, la chaire de la Sorbonne, de *deux stations sœurs,* l'une au nord, l'autre au midi de la France, dans les deux mers si différentes qui baignent nos côtes et où les zoologistes pourront sans interruption, et dans des conditions matérielles identiques, continuer et leur éducation et leurs travaux. »

GÉOGRAPHIE. — *Observations sur le deuxième Volume de « l'Histoire universelle » de M. Marius Fontane : « les Iraniens »*; par M. DE LESSEPS.

« Ce Volume, intitulé *les Iraniens*, explique toute l'œuvre de Zoroastre. L'importance donnée par M. Fontane à la partie géographique de l'histoire de l'humanité mérite l'attention de l'Académie des Sciences.

» Déjà, dans son premier Volume, il avait décrit les effets et démontré les influences de la géographie et de la nature indienne sur la civilisation des Aryas du Sapta-Sindhou. Dans le second Volume, il explique l'influence prépondérante de la civilisation des Iraniens qui, rayonnant autour du grand désert central, cette ancienne mer desséchée, ont dû aller chercher dans des contrées éloignées une meilleure existence.

» Les recherches de M. Fontane sont d'accord avec les données actuelles de la Science qui assignent à l'espèce humaine, pour cantonnement primitif, le haut plateau de l'Asie.

» Les migrations par terre et par mer se sont accomplies à travers les distances les plus considérables. Notre savant confrère, M. de Quatrefages, a porté la lumière sur ce sujet, en citant un fait presque contemporain, c'est-à-dire l'exode de 600000 Kalmouks qui, établis sur la rive gauche du Volga, sont retournés en 1771, à travers les steppes de l'Asie centrale, jusqu'en Chine, dans leur pays d'origine, harcelés par les troupes russes et par les hordes des Baskirs et des Kirgises, ennemis héréditaires de leur race. Après un fait pareil, comment douter de voyages plus longs encore pour une tribu marchant tranquillement par étapes, n'ayant à lutter que contre les difficultés du sol?

» Le peuplement de l'Amérique semble avoir été principalement le résultat des migrations poussées à travers le détroit de Behring et le long des îles Aléoutiennes, ou par le Kouro-Sivo, ce courant marin qui aboutit aux côtes de la Californie. Le courant équatorial de l'Atlantique a pu emporter aussi des Nègres, que les découvreurs du nouveau monde ont trouvés sur quelques points. Le même courant y a amené, par les Canaries, des gens de la race sémitique. On sait enfin que les Scandinaves du VIII^{e} siècle avaient des établissements dans le Groënland et s'étaient avancés sur les côtes orientales de l'Amérique du Nord.

« Les races de l'avenir, a dit M. de Quatrefages, moins différentes de sang, rapprochées

par les chemins de fer et les steamers, auront bien plus de penchants, de besoins, d'intérêts communs. De là naîtra un état supérieur à celui que nous connaissons. Nous savons comment se sont élargis successivement le monde grec, le monde romain, le monde moderne; le monde futur embrassera le monde entier. »

» Ces éloquentes paroles de notre confrère commencent à se réaliser par la vapeur, par l'électricité, les traités de commerce, la liberté des détroits naturels ou artificiels. »

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a éprouvée dans la personne de M. *Isidore Pierre*, Correspondant de la Section d'Économie rurale, décédé à Caen.

M. le Président se fait l'interprète des sentiments de regrets que laisse à l'Académie la mort de M. Is. Pierre, et rappelle, en quelques mots, ses principaux titres scientifiques.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la* zone maniable *des agents anesthésiques, et sur un nouveau procédé de chloroformisation;* par M. **P. Bert**.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Lorsqu'on ajoute à l'air, en proportions croissantes, des vapeurs ou des gaz doués de propriétés anesthésiques, et qu'on fait respirer à un animal ces mélanges successifs, il arrive un moment où l'anesthésie apparaît. Si l'on augmente encore la proportion de la substance médicamenteuse, l'animal finit par mourir. Je désigne sous le nom de *zone maniable* l'intervalle compris entre la dose anesthésique et la dose mortelle.

» En déterminant avec soin l'étendue de cette zone maniable avec divers agents anesthésiques (chloroforme, éther, amylène, bromure d'éthyle, chlorure de méthyle) et chez divers animaux (chien, souris, moineau), je suis arrivé à ce résultat singulier, que, dans tous les cas, la dose mortelle est précisément le double de la dose anesthésique.

» Le Tableau suivant résume les résultats des nombreuses expériences qui m'ont permis d'établir ce fait général.

	Chien.			Souris.			Moineau.		
	Anesth.	Mort.	Rapport.	Anesth.	Mort.	Rapport.	Anesth.	Mort.	Rapport.
Chloroforme......	9	19	2,1	6	12	2	9	18	2
Bromure d'éthyle...	22	45	2	7,5	1	2	15	30	2
Amylène.........	30	55	1,8	15	30	2	30	60	2
Éther............	37	74	2	12	25	2	18	40	2,1
Chlorure de méthyle.	21 %	42 %	2	12 %	22 %	1,8	12 %	24 %	2

» Pour les quatre premières substances, les chiffres indiquent le nombre de grammes du liquide anesthésique ajoutés à 100^{lit} d'air, puis réduits en vapeur; pour le chlorure de méthyle, c'est la proportion centésimale du mélange gazeux.

» Sans entrer dans les détails expérimentaux, je dirai que je faisais respirer les animaux dans les vases clos où le mélange avait été fait à l'avance, la capacité des vases étant assez grande pour que les complications asphyxiques ne pussent intervenir. L'emploi de la potasse pour absorber l'acide carbonique doit être absolument rejeté, au moins pour les expériences sur le chloroforme, qu'elle décompose rapidement; c'est pour n'avoir pas tenu compte de ce fait que certains expérimentateurs se sont tout à fait trompés sur la proportion mortelle du chloroforme dans l'air.

» Lorsqu'on fait respirer à un animal un mélange correspondant environ au milieu de la zone maniable, il est très rapidement anesthésié, et reste pendant tout le temps de l'expérience (il y en a qui ont duré deux heures) parfaitement tranquille, sans agitation aucune, sans qu'on ait à s'occuper ni à s'inquiéter de lui; le contraste est des plus saisissants avec les résultats des méthodes ordinaires d'anesthésie par la compresse, l'éponge, etc. Et cela se comprend aisément.

Dans ces procédés, en effet, le patient respire alternativement, suivant le degré d'imbibition de la compresse ou son éloignement des orifices respiratoires, un mélange d'air et d'anesthésique, ou inférieur à la dose active, ou compris dans la zone maniable, ou égal et même supérieur à la dose mortelle. Dans ce dernier cas, l'imminence des accidents fait qu'on se hâte d'éloigner la compresse, de telle sorte que la respiration prochaine rabaisse de suite le titre du mélange déjà contenu dans les poumons; mais l'événement a prouvé qu'on n'évite pas toujours la terminaison mortelle.

» La zone maniable est, en effet, singulièrement étroite, et quelques gouttes de liquide de plus peuvent faire passer le mélange respiré de la dose active à la dose mortelle. Cela est vrai surtout pour le chloroforme: 8^{gr} volatilisés dans 100^{lit} d'air n'endorment pas un chien, 20^{gr} le tuent :

l'écart est de 12^{gr}. L'éther, tout en ayant la même force comme proportion, puisqu'elle va aussi du simple au double, présente infiniment moins de dangers, puisque, entre la dose active et la dose mortelle, il y a un écart de près de 40^{gr}. C'est là, incontestablement, la raison de l'innocuité relative dont a fait preuve l'éther dans la pratique chirurgicale.

» Lorsqu'on lit les récits d'opérations un peu longues, on voit que les chirurgiens ne manquent pas d'indiquer la quantité de chloroforme qu'ils ont employée, c'est-à-dire versé sur la compresse, sans parler du chloroforme perdu au dehors et en ne considérant que celui qui est entré dans les poumons du patient; cette mention n'a aucune espèce de valeur. J'ai pu faire respirer à un chien une quantité extraordinaire de chloroforme sans produire la moindre anesthésie, en ayant soin que le titre du mélange ne dépasse pas 5 ou 6. Inversement, en employant un mélange titré 30, il suffit d'une très faible quantité de chloroforme pour tuer raide l'animal.

» En d'autres termes, le chloroforme n'agit pas par la quantité qu'on respire, mais par la proportion qui s'en trouve dans l'air inspiré. On croyait volontiers le contraire, à cause des combinaisons chimiques qu'il contracte dans l'organisme et que démontrent, entre autres preuves, les accidents consécutifs à son administration. Il n'en est rien : pour les vapeurs des liquides anesthésiques comme pour les gaz simplement solubles, et notamment pour le protoxyde d'azote, l'action dépend de la tension dans l'air inspiré, laquelle règle la proportion existant dans le sang et les tissus.

» Le protoxyde d'azote a une zone maniable plus étendue que celle des carbures et chlorocarbures d'hydrogène. Pour ces derniers, elle est de 1 à 2; pour lui, elle est de 1 à 3, comme l'ont prouvé les expériences faites sous pression.

» En partant de ce principe et en cherchant, pour obtenir l'anesthésie, à introduire dans l'organisme non plus la quantité, mais la proportion nécessaire, on arrive à donner à l'emploi de tous les anesthésiques la même sécurité qu'à celui du protoxyde d'azote sous pression. Il suffit de faire respirer au patient, non plus avec des compresses ou des barbotteurs, ou tous les appareils compliqués et basés sur le faux principe de la quantité qui ont exercé l'imagination des chirurgiens et des constructeurs, mais tout simplement avec un tube et un petit masque, un mélange convenablement titré d'air et de vapeurs anesthésiques. Il n'y a à s'occuper ni du pouls, ni de la respiration, et la température varie à peine. Seulement, on n'évite pas ainsi les inconvénients inhérents à la substance elle-même, l'agitation des débuts,

les malaises et les vomissements consécutifs, et sous tous ces rapports le protoxyde d'azote conserve toute sa supériorité.

» L'emploi des mélanges titrés avait déjà été fait dans mon laboratoire, il y a quelques années, par deux de mes élèves, M. Jolyet et M. Baudelocque, et ce dernier l'avait préconisé dans une thèse de 1875. M. Gréhant les avait même précédés dans cette voie, et en Angleterre Snow, en France Lallemand, Perrin et Duroy avaient déjà donné des indications à ce sujet. Je pense que les nouvelles recherches sur la *zone maniable* doivent déterminer les chirurgiens à tenter sur l'homme l'application de cette méthode.

» L'instrumentation serait des plus simples, et un réservoir en zinc de 200^{lit} à 300^{lit} serait suffisant. Le plus délicat serait de déterminer la dose inférieure. Les expériences ci-dessus rapportées ne peuvent donner sur ce point aucune indication. Les doses varient beaucoup en effet, du chien à la souris et au moineau; toujours moindres pour la souris que pour le chien, elles sont toujours plus fortes pour le moineau que pour la souris, et même, pour le chloroforme et l'amylène, elles sont égales chez le petit oiseau et le gros mammifère. Et, pour le dire en passant, entre les divers chiens, la taille n'a aucune influence. Mais tout cela laisse le problème absolument intact pour les chirurgiens.

» Je dirai, en terminant, que le mélange se détitre très peu pendant l'expérience, excepté pendant les premiers instants. Ainsi, dans une expérience avec 15 de chloroforme, un chien de 6^{kg} avait consommé dans le premier quart d'heure 2 de chloroforme, soit $1^{gr},4$ de vapeur; dans les cinq quarts d'heure qui suivirent, il n'en consomma que 4. Les combinaisons intra-organiques du chloroforme n'en absorbent donc que très peu, et d'autre part il n'en passe pas dans l'urine des quantités appréciables. Ces faits donnent l'explication du peu d'importance de la quantité employée et de la prépondérance de la tension dans le mélange. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse des colloïdes azotés.* Note de M. É. Grimaux.

(Renvoi à la Section de Chimie).

« Les matières protéiques (albuminoïdes et collogènes) n'ont été définies jusqu'à présent que par un ensemble de propriétés physiques, comme l'étaient les corps gras avant que les travaux mémorables de M. Chevreul eussent permis d'en connaître la fonction et de les caractériser comme des éthers de la glycérine. C'est après cette indication de la fonction des corps

gras que leur reproduction synthétique a pu être tentée et réalisée. De même, pour aborder des essais de synthèse des matières protéiques, il importe de les définir rigoureusement, non d'après des indications assez vagues, mais d'après la connaissance de leur fonction.

» Les matières protéiques possèdent les propriétés des colloïdes, si bien distinguées par Graham; les colloïdes, en effet, sont remarquables par l'aspect gélatineux de leurs hydrates, la lenteur de leur diffusion, la facilité avec laquelle leurs solutions sont précipitées par les cristalloïdes; et c'est cette influence des cristalloïdes, accompagnant les matières protéiques dans les organismes vivants, qui en complique tant l'étude en en modifiant la solubilité.

» De plus, les matières protéiques se dédoublent intégralement, par les agents d'hydratation, en acides amidés, acide carbonique et ammoniaque, ainsi que l'ont montré les belles recherches de M. Schützenberger.

» Il me semble donc qu'on peut les définir de la façon suivante :

» *Les matières protéiques sont des colloïdes azotés, se dédoublant par hydratation en acides amidés, acide carbonique et ammoniaque.*

» En dehors de cette définition, il n'est rien de précis; les réactions colorées n'appartiennent pas à la molécule albuminoïde, mais dépendent des groupements qui s'y rencontrent; ainsi la couleur rouge, produite par le réactif de Millon, indique un résidu de tyrosine, etc.

» Cette définition étant admise, j'ai supposé que les acides amidés, fournis par le dédoublement de la molécule protéique, s'y trouvent soudés avec perte d'eau, constituant des anhydrides condensés, analogues aux acides polylactiques de MM. Wurtz et Friedel. La voie était dès lors toute tracée pour tenter des essais de production des colloïdes azotés.

» Comme on ne connaît pas d'anhydrides mixtes d'acides amidés, j'ai d'abord simplifié le problème en m'adressant au produit de condensation d'un seul acide amidé, l'anhydride aspartique de Schaal ([1]), $C^{32}H^{26}Az^{8}O^{17}$, qu'on obtient en chauffant le chlorhydrate d'acide aspartique à 200°, dans un courant de gaz carbonique; c'est une poudre blanche, insoluble dans l'eau bouillante.

» Chauffé pendant deux heures à 125°-130°, avec la moitié de son poids d'urée, ce corps se transforme en une masse épaisse, entièrement soluble dans l'eau bouillante. La solution est gommeuse, filtre difficilement et possède tous les caractères des matières colloïdes; elle est précipitée par les

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, t. XV, p. 89 (1871).

acides, les sels alcalins (sulfate de potasse, azotate de potasse, sulfate de soude, d'ammoniaque, acétate de soude), par le sulfate de magnésie, le sulfate d'alumine, les sels de fer, de mercure, de cuivre, par le tannin; tous ces précipités sont gélatineux et tellement épais que, avec les solutions un peu concentrées, on peut retourner le vase sans jeter la gelée.

» Les précipités formés par l'acide chlorhydrique et par l'acide azotique se dissolvent dans un excès d'acide; l'addition d'eau sépare, de nouveau, des flocons gélatineux.

» L'addition préalable de potasse ou de soude à la liqueur empêche la précipitation par les acides ou les sels alcalins; mais, si l'on verse alors du sulfate d'ammoniaque, elle est de nouveau précipitée par l'acide acétique.

» La gelée que fournit l'acide acétique se transforme, par la dessiccation, en plaques translucides, présentant l'aspect des matières albuminoïdes desséchées; elle est alors insoluble dans l'eau bouillante, qui la ramollit seulement. Elle se dissout dans la potasse; *sa solution alcaline, traitée par le sulfate de cuivre, se colore en violet, en donnant absolument la même teinte que les substances protéiques*. L'anhydride aspartique seul donne également cette réaction.

» Au lieu de précipiter la solution de l'amide polyaspartique par l'acide acétique, on peut l'isoler par dialyse. On obtient ainsi un liquide qui se dessèche dans le vide en une masse translucide, présentant l'aspect du précipité formé par l'acide acétique, mais s'en distinguant par sa solubilité dans l'eau; si la solution est évaporée, non dans le vide, mais au bain-marie, le résidu est devenu insoluble, pour la plus grande partie.

» Si nous ajoutons, à ces divers caractères, que l'action de l'eau de baryte, à 150°, transforme ce corps en acide carbonique, ammoniaque et aspartate de baryum, nous voyons qu'il présente tous les caractères d'une matière protéique; c'est, pour ainsi dire, un albuminoïde élémentaire.

» L'analyse a conduit à la formule $C^{34}H^{40}Az^{10}O^{25}$, qui représente 8^{mol} d'acide aspartique unies à 2^{mol} d'urée, avec élimination de 2^{mol} d'ammoniaque et de 9^{mol} d'eau.

» Si l'on arrive à produire des anhydrides mixtes renfermant des résidus d'acide aspartique, de leucine, de tyrosine, etc., on pourra ainsi les transformer en amides, se rapprochant de plus en plus des colloïdes azotés fournis par les organismes vivants. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MINÉRALOGIE. — *Observations cristallographiques sur une variété de blende naturelle.* Note de M. P. HAUTEFEUILLE.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« I. La structure zonée est habituelle à certaines espèces minérales cristallisées, et les différences de coloration des dépôts successifs, emboîtés les uns sur les autres, s'expliquent aisément par des variations de température ou des changements de composition du milieu, pendant la durée de la cristallisation. La blende présente assez fréquemment cette structure, mais avec des caractères qui méritent de fixer l'attention du minéralogiste, car les couches d'accroissement de la blende, toujours parallèles à l'une des faces de l'octaèdre, ne sont jamais concentriques; elles traversent même souvent de part en part les cristaux les plus volumineux.

» Cette particularité distingue l'axe de symétrie ternaire perpendiculaire aux bandes diversement colorées des trois autres axes de symétrie ternaire de la forme primitive généralement admise.

» Outre les six clivages classiques de la blende, les cristaux zonés présentent trois autres clivages également faciles : ce qui porte à neuf le nombre des plans de facile rupture qu'on peut observer sur certaines blendes. Les trois clivages perpendiculaires au plan des couches sont les seuls qui fournissent des surfaces planes très étendues. Les autres clivages sont plus ou moins interrompus suivant les échantillons; car ils sont parallèles aux faces d'un des pointements trièdres du dodécaèdre rhomboïdal, si l'on clive deux couches de rang pair ou deux couches de rang impair, tandis qu'ils sont parallèles aux faces qui aboutissent à l'axe d'un dodécaèdre transposé, si l'on clive une couche de rang pair et une couche de rang impair.

» Cette corrélation avait échappé à Haüy, qui n'avait pu obtenir le dodécaèdre rhomboïdal transposé que par de longs tâtonnements, en clivant des échantillons dont « la structure était comme interrompue ». En opérant sur les blendes formées de couches alternativement d'un jaune citrin et d'un jaune rougeâtre, j'ai pu constater que les clivages sont symétriquement placés par rapport au plan de séparation des couches et que, par suite, le solide de clivage d'une blende mi-partie jaune citrin,

mi-partie jaune rougeâtre, est le dodécaèdre rhomboïdal transposé, ayant son axe parallèle aux trois clivages qui coupent sans interruption les deux couches.

» Cette orientation des clivages démontre que les deux couches contiguës de couleurs différentes et de composition chimique non identique constituent un cristal maclé; c'est la répétition de cette macle qui donne à la blende zonée sa structure. Les couches des cristaux de blende ne sont donc pas, comme celles d'autres minéraux, les témoins d'un simple phénomène d'accroissement plus ou moins intermittent dans un milieu de composition variable; elles rappellent à l'esprit l'alternance régulière de lamelles d'enstatite et de lamelles de diallage observée par M. Trippke dans les noyaux péridotiques du basalte du mont Gröditz.

» II. Les observations cristallographiques précédentes permettent de démêler entre les quatre axes de symétrie ternaire attribués aux cristaux de blende, celui autour duquel s'effectue de préférence la transposition des couches, et qui probablement possède seul la symétrie ternaire. Les phénomènes optiques viennent confirmer cette prévision, car l'axe de symétrie ternaire dont je viens d'indiquer le moyen de trouver la direction dans blende zonée est un axe d'élasticité optique, et très probablement aussi un axe optique.

» Les lames taillées très obliquement aux couches sont à peu près sans action sur la lumière polarisée dans tous les azimuts, tandis que les lames de même épaisseur taillées perpendiculairement aux couches dépolarisent la lumière et laissent alors passer une lumière colorée, lorsque la direction de l'axe principal n'est ni parallèle ni normal au plan de polarisation.

» Les couleurs de la polarisation chromatique de la blende sont très pâles et ne peuvent être observées que sur les échantillons assez peu colorés pour fournir des plaques incolores dans la lumière naturelle. Car, comme on l'observe avec la leucite et avec les substances pour lesquelles les valeurs des deux indices sont très peu différentes, la blende placée entre les nicols croisés ne laisse passer qu'une lumière bleuâtre très pâle.

» Les lames taillées parallèlement aux couches, examinées dans la lumière polarisée convergente, ne permettent pas l'observation de franges circulaires, même pour une épaisseur de $0^{m},002$; mais ces lames superposées à une lame de spath ne disloquent la croix noire que dans des plages très restreintes.

» En réalité, les phénomènes optiques que présente la blende sont très complexes et très variés : tous les échantillons ne conviennent pas égale-

ment pour en faire l'étude. L'examen attentif entre les nicols croisés de lames d'épaisseur convenable, parallèles à l'un des clivages non interrompus d'une blende zonée, permet souvent de reconnaître dans une couche d'une même couleur une combinaison multiple d'éléments maclés. Tantôt l'axe principal des lamelles incluses est, comme l'axe de transposition des bandes multicolores, parallèle au plan de la lame; tantôt l'axe principal des lamelles incluses est l'un des deux axes de symétrie pseudo-ternaire obliques au plan de la lame.

» En résumé, il y aurait donc quatre systèmes de lamelles maclées; l'un des systèmes règle dans la blende zonée les directions des clivages et l'azimut d'extinction des plages les plus étendues. Les cristaux qui présentent accidentellement une prédominance de l'un de ces systèmes peuvent seuls servir à fixer les constantes optiques de la blende : les variétés zonées sont par suite très précieuses.

» S'il est difficile de déterminer les longueurs relatives des axes de l'ellipsoïde qui représente la constitution optique de la blende, il est certain que cet ellipsoïde se rapproche beaucoup de la forme sphérique. Les propriétés optiques montrent donc que le parallélépipède dont on doit faire dériver les cristaux de blende ne réalise qu'imparfaitement les conditions géométriques du cube. Mais les lamelles transposées sont nombreuses dans la blende, elles possèdent très approximativement la symétrie ternaire, et elles s'associent entre elles; ce sont les lois de cettte association qui règlent la répétition des modifications, conformément à un type de symétrie comportant plus d'un axe ternaire.

» La prédominance d'un seul système de lamelles maclées abaisse la symétrie habituelle aux cristaux de blende : la répétition des faces de même espèce, ainsi que celle des stries, ne s'observe dans les belles variétés de blende que par rapport à l'axe de transposition ([1]). La description des cristaux de blende de toutes les variétés devra indiquer, à l'avenir, la direction des lamelles transposées qu'on y distingue d'une façon presque constante, afin de s'assurer par de nombreuses observations si la symétrie de l'enveloppe cristalline est toujours en rapport avec le nombre des systèmes de lamelles.

» L'observation de cristaux naturels d'une variété particulière de blende fournit à elle seule des indications précieuses sur les propriétés cristallo-

---

([1]) Ces variétés, trouvées au Picos de Europa, province de Santander, établissent le passage entre la blende ordinaire et la blende cadmifère, rattachée à la wurtzite.

graphiques de ce minéral. Les déductions précédentes paraîtront encore plus solidement établies, quand je montrerai, dans une prochaine Note, qu'elles sont contrôlées par des études expérimentales. »

M. Vüllner adresse une Note, accompagnée d'une Table numérique, sur les valeurs de la chaleur spécifique de l'eau liquide.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. Revin soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Théorie de la formation de l'univers ».

(Commissaires : MM. Faye, Puiseux, Lœwy.)

M. l'abbé Laborde adresse une Note relative à un « télégraphe multiple ».

(Renvoi à l'examen de M. du Moncel.)

M. G. Goulesque adresse une Note relative à une « aérolocomotive ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le troisième Fascicule du « Traité de Géologie », par M. *de Lapparent.*

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Schaeberle* (*c* 1881), *faites à l'Observatoire impérial de Rio-Janeiro;* par M. L. Cruls. (Présenté par M. Faye, au nom de S. M. don Pedro.)

« Je dois à l'obligeance de M. Weiss, le savant directeur de l'Observatoire de Vienne, une éphéméride de la comète *c* 1881. J'observai l'astre, pour la première fois, le 10 septembre; on pouvait encore distinguer une queue de 30′ de longueur, quoique extrêmement peu lumineuse. Mes observations se continuèrent les jours suivants, jusqu'au 28 septembre, date à laquelle la comète était fort difficilement visible. Les jours suivants, je cherchai, mais en vain, à revoir l'astre, dont la perte de lumière, jointe aux circonstances atmosphériques peu favorables, me déroba la vue.

» A cause de l'incertitude que présentent les étoiles de comparaison, dont les positions sont tirées du Catalogue de Lalande, j'ai cherché, autant que possible, à avoir, pour chaque observation, deux étoiles de comparaison. Lorsque cela se présente, la position apparente de la comète est une moyenne des résultats obtenus par la double comparaison, comme, par exemple, pour les 12, 21, 25, 26 et 27 septembre. Toutes ces étoiles de comparaison demandent à être observées, ce qui ne pourra se faire que dans quelque temps, lorsqu'elles passeront au méridien vers le matin.

Dates. 1881.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. ✶☄ — ☆.	Log. fact. par.	Déclinaison. ✶☄ — ☆.	Log. fact. par.
Sept. 10....	*a*	7,0	+ 0.11,75 (m s)	+9,689	— 2′.33″,4	—0,463
12....	*b*	7,5	— 6. 5,80	+9,711	— 1.25,0	—0,461
12....	*c*	6,5	—15.31,50	+9,711	— 1. 3,0	—0,461
13....	*d*	7,0	+ 1. 0,65	+9,675	+ 3. 0,6	—0,373
14....	*e*	6,5	—20. 2,10	+9,690	— 4. 9,0	—0,413
21....	*f*	7,5	—16.58,90	+9,729	— 6.56,0	—0,401
21....	*g*	7,0	—34.57,70	+9,729	—10.31,0	—0,401
25....	*h*	6,5	— 2. 2,81	+9,724	+11.51,3	—0,330
25....	*i*	6,0	— 3. 6,55	+9,724	+ 2.47,1	—0,330
26....	*j*	8,0	—17.17,32	+9,739	— 6.44,4	—0.375
26....	*k*	6,0	—21.13,45	+9,739	— 8.15,9	—0,375
27....	*l*	7,5	+ 0.27,91	+9,731	+ 3.57,2	—0,331
27....	*m*	7,5	— 0.16,10	+9,731	+ 4. 8,3	—0,331
28....	*n*	6,0	+ 1. 3,00	+9,738	— 9.32,0	—0,344

Dates. 1881.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite. Moy. 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1881,0.	Réduction au jour.
Sept. 10....	*a* = 26148 Lal.	14.11.40,52 (h m s)	+2,40 (s)	— 7°.25′.26″,5	—10″,1
12....	*b* = 26437 Lal.	14.23. 8,07	+2,47	—10. 1.54,2	— 6,4
12....	*c* = 26683 Lal.	14.32.36,36	+2,52	—10. 2.29,0	— 5,7
13....	*d* = 26307 Lal.	14.18.17,00	+2,43	—11. 7.17,3	— 6,9
14....	*e* = 26929 Lal.	14.41.24,53	+2,58	—12.20.17,1	— 4,6
21....	*f* = 27159 Lal.	14.49.35,67	+2,63	—18.26.51,8	— 2,5
21....	*g* = 27719 Lal.	15. 7.34,06	+2,72	—18.29.50,8	— 0,9
25....	*h* = 26866 Lal.	14.39.25,66	+2,57	—20.40.11,7	— 3,6
25....	*i* = 26892 Lal.	14.40.27,59	+2,58	—20.49.35,5	— 2,7
26....	*j* = 27339 Lal.	14.55.39,05	+2,66	—21.32.43,3	— 1,2
26....	*k* = 27453 Lal.	14.59.34,66	+2,68	—21.33.39,6	— 0,8
27....	*l* = 26842 Lal.	14.38.56,16	+2,58	—21.54.36,1	— 2,6
27....	*m* = 26875 Lal.	14.39.40,72	+2,58	—21.54.11,5	— 2,5
28....	*n* = 26855 Lal.	14.39.16,17	+2,58	—22.38.58,3	— 2,3

Dates. 1881.	Temps moyen de Rio.	Ascension droite.	Nombre de comparaisons.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Sept. 10.....	7.17. 4	14.11.54,67	5	— 7.23. 3,2	5
12.....	7.43.19	14.17. 6,06	10	—10. 1. 3,6	10
13.....	6.54.22	14.19.20,08	8	—11.10.24,8	9
14.....	7. 6.40	14.21.25,01	2	—12.16.12,7	2
21.....	7.28.28	14.32.39,24	3	—18.19.39,5	3
25.....	6.56.47	14.37.24,54	8	—20.52.15,6	8
26.....	7.16.22	14.38.24,41	4	—21.26. 0,1	4
27.....	6.57.21	14.39.26,92	12	—21.58.28,8	8
28.....	7. 2.19	14.40.21,75	3	—22.29.28,6	5

» Je me propose maintenant de rectifier les éléments de l'orbite, à l'aide d'une position normale déduite de ces observations et de deux autres positions normales fournies par la série des observations faites dans l'hémisphère Nord.

Observations de la comète de Encke.

» Les 26 et 27 septembre, au matin, j'ai obtenu deux positions de cette comète, qui était d'une faiblesse excessive. L'astre était à peu de degrés de hauteur. Il m'a été impossible de le revoir, à cause du crépuscule du matin. Les observations ne sont pas encore réduites. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie du mouvement des corps célestes.* Note de M. O. CALLANDREAU, présentée par M. Tisserand.

« Dans le *Compte rendu* de la séance du 30 mai 1881, M. Gyldén a donné, sans démonstration, les principales formules pour une nouvelle théorie du mouvement des corps célestes et, en particulier, les deux équations différentielles du second ordre permettant de calculer les quantités appelées par lui la *variation* et l'*évection*.

» La déduction des formules a été publiée depuis dans les *Comptes rendus de l'Académie de Stockholm;* l'objet de la présente Note est d'indiquer une déduction différente de celle de M. Gyldén.

» Il s'agit essentiellement de la détermination du mouvement de l'astre dans le plan mobile de l'orbite, en considérant en quelque sorte le développement de l'orbite troublée sur un plan. La force perturbatrice a pour résultat de déformer l'ellipse de Kepler et de l'entraîner dans le plan mobile; et il est connu que Clairaut représenta à peu près le mouvement du

périgée de la Lune en prenant comme expression de la force d'attraction

$$F = \frac{\mu}{r^2} + \frac{\nu}{r^3}.$$

» En suivant cet ordre d'idées, on rapporte l'orbite troublée non plus à l'ellipse de Kepler, mais à une orbite intermédiaire décrite sous l'action d'une force centrale; par un choix convenable de cette force, il peut arriver, on le conçoit, que l'effet principal des perturbations, connues par les premiers calculs, soit manifesté dans l'orbite auxiliaire, circonstance avantageuse pour les approximations ultérieures.

» Les équations du second ordre qui déterminent le mouvement sont de plus susceptibles de simplifications. En effet, on constate aisément que, si dans les équations connues

$$r^2 \frac{d^2 v}{dt^2} + 2r \frac{dv}{dt}\frac{dr}{dt} = k^2(1+m)\frac{d\Omega}{dv},$$

$$\frac{d^2 r}{dt^2} - r\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + k^2 \frac{1+m}{r} = k^2(1+m)\frac{d\Omega}{dr},$$

$$\Omega = \frac{m'}{1+m}\left(\frac{1}{\Delta} - \frac{xx'+yy'+zz'}{r'^3}\right),$$

on met à la place de t une autre variable indépendante u, telle que

$$\frac{d^2 t}{dt^2} = \frac{2}{r}\frac{dr}{dt},$$

ou bien

$$\frac{\dfrac{d^2 t}{du^2}}{\left(\dfrac{dt}{du}\right)^2} = \frac{2}{r}\,\frac{\dfrac{dr}{du}}{\left(\dfrac{dt}{du}\right)},$$

d'où

$$t = \beta \int r^2 du,$$

β désignant une constante; les équations se réduisent à celles-ci :

$$r^2 \frac{d^2 v}{dt^2} = k^2(1+m)\frac{d\Omega}{dv},$$

$$-r^2 \frac{d^2}{dt^2}\left(\frac{1}{r}\right) - r\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + k^2 \frac{1+m}{r^2} = k^2(1+m)\frac{d\Omega}{dr},$$

dans lesquelles on doit remplacer dt par sa valeur en u.

» Pour réaliser le changement de variable mentionné, on considère un temps τ différent du temps t et la longitude intermédiaire v_0 ainsi que le rayon vecteur intermédiaire r_0 qui ont lieu pour le temps τ; on fait dépendre le temps τ du temps t au moyen de la relation

$$\frac{dt}{d\tau} = \left(\frac{r}{r_0}\right)^2;$$

et, comme on a pour l'orbite intermédiaire

$$r_0^2 \frac{dv_0}{d\tau} = \text{const.},$$

il vient

$$dt = \text{const.} \times r^2 dv_0.$$

La longitude intermédiaire v_0 peut ainsi être prise comme nouvelle variable à la place de u.

» Pose-t-on

$$v = v_0 + \chi, \quad \frac{1}{r} = \frac{1}{r_0} - \rho,$$

on tombera sur les équations différentielles données par M. Gyldén pour déterminer les quantités χ et ρ. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines séries pour le développement des fonctions d'une variable.* Note de M. **Halphen**, présentée par M. Jordan.

« Une série nouvelle, que M. Léauté a fait connaître l'an dernier dans les *Comptes rendus* (t. XC, p. 1404), m'a fourni l'occasion de recherches, dont je me propose d'indiquer ici le résultat.

» Voulant obtenir d'abord la généralisation la plus simple, j'ai cherché une série dont le terme général eût la forme suivante,

$$[\mathrm{A}f^{(m)}(a) + \mathrm{B}f^{(m)}(b) + \mathrm{C}f^{(m)}(c) + \ldots]\,\mathrm{P}_m(x),$$

A, B, C, ..., $a, b, c, \ldots$ étant des constantes, et $\mathrm{P}_m(x)$ une fonction indépendante du choix de $f(x)$. Cette série devait représenter $f(x)$ ou l'une de ses dérivées. A cet égard, voici le résultat :

Soit $\lambda(\zeta) = \mathrm{A}e^{a\zeta} + \mathrm{B}e^{b\zeta} + \mathrm{C}e^{c\zeta} + \ldots$, *et prenons pour* $\mathrm{P}_m(x)$ *le coefficient du* $(m+1)^{ième}$ *terme dans le développement de* $e^{\zeta x} : \lambda(\zeta)$, *suivant les puissances ascendantes de* ζ. *Il existe une classe de fonctions* $f(x)$ *pour lesquelles la série représente la fonction* $f(x)$ *elle-même, si toutefois* $\lambda(\zeta)$ *n'a pas la racine zéro. Au cas où* $\lambda(\zeta)$ *a la racine zéro, multiple d'ordre* k, *la série représenterait* $f^{(k)}(x)$.

» En cherchant à préciser ce résultat, j'ai rencontré une circonstance inattendue : les conditions sous lesquelles le développement s'applique sont indépendantes de x, en sorte que la fonction $f(x)$ est nécessairement synectique dans tout le plan. C'est ce qui résulte de la proposition suivante :

» *Pour que la série s'applique à une fonction $f(x)$, il faut et il suffit : 1° qu'il existe une constante α telle que le produit $\alpha^m f^{(m)}(x)$, pour toute valeur finie de x, ne devienne pas infini avec m; 2° que les racines, autres que zéro, de la fonction $\lambda(\zeta)$ aient leur plus petit module ρ supérieur à celui de $\frac{1}{\alpha}$.*

» Cet énoncé ne mentionne pas la condition que $f(x)$ soit synectique, mais il la contient implicitement. Comme exemple de fonctions satisfaisant aux conditions requises, je citerai e^{px}, $\sin px$, $\cos px$, pour lesquelles la constante α est égale à $\frac{1}{p}$; $\cos\sqrt{x}$, $\sqrt{x}\sin\sqrt{x}$, les fonctions de Bessel, pour lesquelles la constante α est infiniment grande. Au contraire, les fonctions e^{x^2}, $\cos x^2$, ... n'y satisfont pas, ni, bien entendu, aucune fonction algébrique, hormis les polynômes entiers.

» La série de M. Léauté est ce cas particulier où l'on prend pour terme général

$$[f^{(m)}(a) - f^{(m)}(b)]\,P_m(x);$$

le module ρ est $\frac{2\pi}{a-b}$. Ainsi, dans ce cas, la deuxième condition ci-dessus consiste en ce que l'intervalle $(a-b)$ soit inférieur à $2\pi\alpha$.

» Les séries dont il s'agit peuvent être étudiées à un autre point de vue. Prenons une suite de constantes μ_0, μ_1, μ_2, ..., et envisageons la série

$$F(x) = \mu_0 P_0 + \mu_1 P_1(x) + \mu_2 P_2(x) + \ldots,$$

pour nous demander les conditions de sa convergence et la nature de la fonction $F(x)$. Voici la réponse :

» *Si la série converge pour une suite continue de valeurs de x, elle est convergente, quel que soit x. Pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit que la série*

$$\mu_0 + \mu_1 x + \mu_2 x^2 + \ldots + \mu_m x^m + \ldots$$

soit convergente à l'intérieur d'un cercle de rayon supérieur à $\frac{1}{\rho}$.

» Ces conditions remplies, envisageons la fonction

$$V(x) = \mu_0 + \mu_1 \frac{x}{1} + \mu_2 \frac{x^2}{1.2} + \ldots + \mu_m \frac{x^m}{1.2\ldots m} + \ldots,$$

qui est alors synectique dans tout le plan. *La fonction $F(x)$ est une solution de l'équation*

$$A\,F(a+x) + B\,F(b+x) + C\,F(c+x) + \ldots = V^{(k)}(x),$$

et l'on achève de la caractériser par la propriété suivante : le produit $\frac{F^m(x)}{\rho^m}$ *a pour limite zéro avec* $\frac{1}{m}$.

» On a, en outre, cette conséquence,

$$F(x+y) = P_0 V(y) + P_1(x) V'(y) + \ldots + P_m(x) V^{(m)}(y) + \ldots,$$

qui a lieu, quels que soient x et y. Ceci conduit à une recherche bien plus générale, celle du développement d'une fonction suivant les dérivées d'une autre fonction. A un autre point de vue, on peut prendre une suite quelconque de polynômes, appartenant, comme ceux qui précèdent, à la classe envisagée par M. Appell (*Annales de l'Ecole Normale*, 2[e] série, t. IX), c'est-à-dire dont chacun est la dérivée du suivant, et chercher alors le développement des fonctions en séries de tels polynômes. Ces deux questions générales coïncident. Dans une Communication ultérieure, je présenterai à ce sujet des résultats, dont le principal consiste en une généralisation de la série de M. Hermite (*Comptes rendus*, t. LVIII). »

MÉCANIQUE. — *Egalité des abaissements moyens que produisent, chacune, aux points où est déposée l'autre, deux charges égales, arbitrairement distribuées, le long de deux circonférences concentriques, sur un sol horizontal, ou sur une plaque circulaire horizontale ayant même centre que ces circonférences et appuyée ou encastrée sur tout son contour.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« L'Académie voudra bien me permettre de résumer ici la démonstration de la loi nouvelle énoncée dans le titre de cette Note, loi assez curieuse, surtout par le rapprochement qu'elle établit entre un sol horizontal de dimensions indéfinies et une plaque mince limitée en tous sens.

» Si, commençant par le cas du sol élastique, on suppose d'abord que deux charges égales dP y soient distribuées uniformément le long de deux circonférences concentriques, de manière à n'occuper, chacune, qu'une bande annulaire infiniment étroite, l'une ou l'autre de ces charges produira, aux points où est appliquée la seconde, un abaissement du sol, w, égal à $\frac{(\lambda+2\mu)\,dP}{4\pi\mu(\lambda+\mu)}\frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\omega}{\sqrt{r^2-R^2\sin^2\omega}}$, λ et μ désignant les deux coefficients d'élasticité du sol et r, R, le plus grand et le plus petit des rayons de ces circonférences : c'est ce que j'ai démontré dans une Note du 9 septembre 1878

(*Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 402). Ainsi, les deux abaissements considérés sont bien égaux lorsqu'ils ont la même valeur tout le long de chaque circonférence, c'est-à-dire quand les charges qui les causent sont elles-mêmes réparties uniformément le long des leurs; et il suffit, pour avoir complètement démontré la loi dans le cas du sol élastique, de faire voir que des modifications quelconques de cette répartition, tout en introduisant des inégalités dans les abaissements dont il s'agit, ne changeraient pas leurs deux moyennes respectives. Or c'est justement ce qui a lieu; car, si nous décomposons les abaissements en parties, qui soient les déplacements verticaux w dus à chaque élément, pris à part, de la charge considérée, et si, ne portant d'abord notre attention que sur ces déplacements partiels w, nous imaginons que l'élément de charge qui les produit se déplace le long de la circonférence dont il occupe un point, il est clair que ces mêmes déplacements ne cesseront pas d'avoir lieu, en des points qui se transporteront, il est vrai, sur la circonférence où on les a pris, de manière à conserver leurs situations relatives entre eux et par rapport à l'élément de charge. Donc, la moyenne des déplacements partiels w ne changera pas, ni, par suite, la moyenne des abaissements considérés, si l'on altère arbitrairement l'uniformité primitive de répartition de la charge qui les fait naître.

» Passons actuellement au cas d'une plaque circulaire, homogène et horizontale, appuyée ou encastrée sur tout son contour, et supportant deux charges égales, dP, arbitrairement réparties le long de deux circonférences décrites autour de son centre. Pour prouver que chaque charge produira, aux divers points de la circonférence d'application de l'autre, un égal abaissement moyen, il suffit encore de faire voir que cette loi s'observe lors d'une distribution uniforme des deux charges; car, dans une telle plaque, comme dans un sol élastique, les déplacements effectifs se forment par la superposition de ceux que produiraient séparément les divers éléments de la charge considérée, et il est clair que, tout le long d'une circonférence quelconque concentrique au contour, ces déplacements partiels ne cesseront pas d'être les mêmes, à cela près d'un transport commun, autour du centre de la plaque, des points où on les observera, si le poids élémentaire qui les fait naître se déplace le long d'une ligne également concentrique au contour, c'est-à-dire sans cesser d'occuper une situation analogue tant par rapport aux limites du corps élastique, que par rapport à la circonférence dont on examine les déplacements.

» Or, dans le cas où tout est pareil autour du centre, la théorie clas-

sique des plaques minces permet de résoudre sans difficulté le problème. Appelons h l'épaisseur de la plaque, a son rayon, R celui de la circonférence d'application de la charge dP, r la distance au centre du point où l'on mesure l'abaissement produit (ou la *flèche*) w; et, en supposant la matière pareillement constituée suivant tous les sens horizontaux, désignons par μ le coefficient de l'élasticité de glissement de couches verticales se déplaçant horizontalement et par η un rapport constant qui dépend de la contexture, égal à $\frac{\lambda}{\lambda+2\mu}$ s'il s'agit d'une matière isotrope. On trouve alors :

» 1° Pour $r < \mathrm{R}$,

Bord encastré...... $$w = \frac{3\,d\mathrm{P}}{8\pi(1+\eta)\mu h^3}\left[(a^2-\mathrm{R}^2)\frac{a^2+r^2}{a^2} - (\mathrm{R}^2+r^2)\log\frac{a^2}{\mathrm{R}^2}\right],$$

Bord appuyé...... $$w = \frac{3\,d\mathrm{P}}{8\pi(1+\eta)\mu h^3}\left[2(a^2-\mathrm{R}^2) + \frac{a^2-\mathrm{R}^2}{1+2\eta}\,\frac{a^2-r^2}{a^2} - (\mathrm{R}^2+r^2)\log\frac{a^2}{\mathrm{R}^2}\right];$$

» Et 2°, pour $r > \mathrm{R}$, des expressions pareilles de w, mais où r et R échangent leurs rôles, tout comme il arrivait dans le cas du sol élastique. Donc, la formule qui exprime, par exemple, le déplacement w d'un point situé à une distance, r, du centre, moindre que R, deviendra, sans y rien changer, l'expression du déplacement w imprimé, par l'action d'une autre charge égale, à un point situé à la distance R, pourvu que cette autre charge soit déposée le long de la circonférence de rayon r. Ainsi, les abaissements que s'impriment l'une à l'autre deux telles charges sont bien égaux.

» Quand une des deux circonférences devient infiniment petite, la loi de réciprocité démontrée comporte l'énoncé suivant :

» *Une plaque horizontale, appuyée ou encastrée sur tout son contour, et chargée d'un poids quelconque à une certaine distance de son centre, éprouve, en ce centre, un abaissement égal à celui qui aurait lieu à l'endroit où est le poids, si on en ôtait celui-ci pour le déposer au centre.* »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur le rendement maximum dont sont susceptibles deux machines dynamo-électriques données, lorsqu'on les emploie au transport de la force.* Note de M. **Maurice Lévy**.

« Je passe maintenant au second des problèmes posés dans ma Communication du 7 novembre.

» Il s'agit, sans rien changer aux poids de cuivre et d'isolants employés dans les fils des machines, d'en modifier la résistance, de façon à rendre maximum le rendement répondant à un circuit de résistance extérieure donnée R.

» Soient a, b, a', b' les nouvelles résistances des anneaux et des inducteurs. La résistance totale sera

$$(7) \qquad \mathfrak{S} = a + b + a' + b' + \mathrm{R}.$$

» Comme, d'après l'équation (3) de ma Communication du 7 novembre, le maximum du rendement répond au minimum de $\mathfrak{S}$ et que R est donné, il s'agit de rendre minimum la somme $a + b + a' + b'$, c'est-à-dire chacune des deux sommes partielles $a + b$ et $a' + b'$, puisqu'elles sont indépendantes l'une de l'autre. Occupons-nous d'abord de la première.

» L'équation (4) devient ici, en désignant par n le nombre de tours par minute de l'anneau de la génératrice après la modification de ses fils,

$$(8) \qquad \mathrm{E} = \varphi(\mathrm{I}) \times n\sqrt{ab},$$

où I doit être remplacé par sa valeur (1).

» Puisque φ est une fonction toujours croissante de I, le produit ab est fonction décroissante de I et, par suite, aussi de $\mathfrak{S} = a + b + a' + b' + \mathrm{R}$, puisque, en vertu de (1), I croît toujours avec $\mathfrak{S}$. Ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, le produit ab est une fonction constamment décroissante de la somme $a + b$,

$$ab = f(a + b),$$

f étant une fonction toujours décroissante de sa variable.

» De là, on déduit que le minimum de $a + b$ répond à $a = b$. Car si a et b sont différents, soit $a - b = h$; faisons de plus $a + b = z$, de sorte que

$$\frac{z^2 - h^2}{4} = f(z).$$

» On voit facilement que z est une fonction toujours croissante de h^2. Donc son minimum répond au minimum de h^2, ou $h^2 = 0$.

» On aurait de même, pour la réceptrice, la relation

$$\mathrm{E}' = \Psi(\mathrm{I}) n' \sqrt{a'b'},$$

et l'on conclurait, par un raisonnement analogue, que le minimum de

$a' + b'$ répond à $a' = b'$. Donc il vient

$$(10)\qquad \begin{cases} E = \Psi(I)\, na, \\ E = \varphi(I)\, n'a', \\ \mathfrak{S} = 2(a + a') + R. \end{cases}$$

» A présent, on dispose encore de a et de a', dont la somme $a + a'$ doit être rendue aussi petite que possible. Mais on ne peut prendre $a = 0$ ou $a' = 0$, puisque cela obligerait à adopter, pour les vitesses n ou n', des valeurs infinies. Il faut donc calculer a et a' en fonction de ces vitesses et chercher les valeurs à donner à ces dernières pour rendre $a + a'$ un minimum.

» Posons

$$(11)\qquad \sqrt{E^2 - 4\mathfrak{S}\mathfrak{C}_u} = x,$$

d'où, par les équations (1) et (2),

$$(12)\qquad I = \frac{2\mathfrak{C}_u}{E + x}, \quad E' = \frac{E + x}{2},$$

et, par suite, l'élimination de a, a' et $\mathfrak{S}$ entre (10) et (11) donne

$$(12)\qquad \frac{2E}{n\Psi\left(\frac{2\mathfrak{C}_u}{E + x}\right)} + \frac{E + x}{n'\Psi\left(\frac{2\mathfrak{C}_u}{E + x}\right)} = \frac{E^2 - x^2}{4\mathfrak{C}_u} - R,$$

équation qui fournit la valeur de x en fonction des données E et $\mathfrak{C}_u$ du problème et des deux vitesses de rotation n et n'. Or on veut disposer, si c'est possible, de ces vitesses, de façon à rendre la résistance $\mathfrak{S}$ un minimum, et comme, en vertu de (11), lorsque $\mathfrak{S}$ est un minimum, x est un maximum, nous devons, dans la dernière équation, regarder x comme une fonction des deux variables n et n' et chercher le maximum de cette fonction.

» Pour poursuivre les calculs, nous réduirons les deux fonctions $\varphi(I)$ et $\Psi(I)$ à leurs formes linéaires KI et K'I, ce que nous avons vu être permis ici; alors la dernière équation devient du second degré et donne

$$(12\ bis)\qquad x = -2\left(\frac{1}{Kn} + \frac{1}{K'n'}\right)E + \sqrt{\left(1 - \frac{2}{Kn}\right)^2 E^2 - 4\left(1 + \frac{2}{K'n'}\right) R\mathfrak{C}_u}.$$

(En général, $\frac{1}{kn}$ et $\frac{1}{k'n'}$ sont des quantités très petites, et on peut négliger au moins leurs carrés devant l'unité.)

» On voit que x n'a pas de maximum analytique; cette fonction croît constamment avec n et n'. Donc, on devra adopter pour ces deux vitesses les valeurs les plus grandes possibles, eu égard à la résistance de la matière, ou fournies par toute autre considération pratique. Une fois ces vitesses adoptées, l'équation (12 *bis*) fournit la valeur de x. Puis les équations (11) et (12) fournissent $\mathfrak{S}$, I, E' et, par suite, le rendement $\frac{E'}{E}$. On a donc tous les éléments relatifs au fonctionnement des machines. Quant aux valeurs à donner aux résistances $a = b$ et $a' = b'$ pour que ce fonctionnement se réalise, elles sont fournies par les trois équations (10), lesquelles se réduisent à deux, en vertu de (12).

» Ayant les résistances $a = b$ et $a' = b'$ à donner aux fils des inducteurs et induits de chacune des deux machines, connaissant d'ailleurs les volumes de ces fils, qui sont les mêmes que ceux des fils des machines avant leur transformation, les sections et longueur de chacun d'eux sont déterminées. On conservera aussi le rapport de la section du cuivre de chaque fil à celle de l'isolant qui l'entoure, afin de ne pas changer le volume de celui-ci. »

SPECTROSCOPIE. — *Recherches sur le spectre d'absorption de l'atmosphère terrestre, à l'Observatoire de Paris.* Note de M. **N. Egoroff**, présentée par M. Mouchez.

« Dans la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 22 août, j'ai montré l'intérêt que peut offrir l'examen du spectre d'absorption de l'atmosphère terrestre, celui-ci étant produit par un puissant foyer électrique, placé à une distance de plusieurs kilomètres de l'observateur. Grâce à la bienveillante intervention de M. le Directeur de l'Observatoire de Paris, et à l'obligeance de M. le colonel Mangin, j'ai pu observer, pendant onze soirées, de 8^h à 10^h par des temps divers, le spectre d'absorption de la couche atmosphérique comprise entre le Mont-Valérien et l'Observatoire; le spectre était produit par un foyer électrique très intense, concentré et dirigé par un projecteur Mangin.

» Les observations se faisaient à l'aide du grand équatorial de la tour de l'Est (14 pouces), auquel on avait adapté un réseau de diffraction de Chapmann (17290 raies par pouce.) Afin d'accélérer les observations micrométriques, on avait enroulé sur le tambour de la vis un mince rouleau de papier télégraphique, en déplaçant en même temps le fil dans le champ de vision;

on marquait sur la bande de papier, avec des signes conventionnels, les lignes brillantes, les lignes noires, fortes ou faibles, et les bandes. On pouvait éliminer l'influence de l'épaisseur du papier ($0^m,001$), en comparant sur la bande la position de certaines lignes du spectre solaire (D_1, D_2, α et B) à celles du spectre atmosphérique.

» La lumière était assez intense pour pouvoir observer le spectre de diffraction de premier et même de second ordre.

» Le 19 octobre (à 7^h, température $+ 2^o,7$; à 10^h, température $+ 1^o,9$), on ne pouvait voir facilement que les raies D_1 et D_2, particulièrement intenses, accompagnées d'un groupe de cinq lignes du côté de l'orangé, la raie α, une raie du groupe C et le commencement du groupe B.

» Mais c'est surtout les 3 et 5 novembre, pendant la pluie (température $10^o,9$ et $13^o,8$, de 7^h à 10^h), qu'on pouvait observer d'une manière très nette le spectre d'absorption de l'atmosphère. Toutes les raies dessinées dans l'Atlas d'Angström, comme raies ombrées, étaient bien visibles. On distinguait facilement douze lignes du groupe B et celles de la partie voisine du groupe a. Quant aux lignes D_1 et D_2, elles paraissaient plus faibles que par le temps plus sec du 19 octobre. Ne seraient-ce pas des lignes telluriques, dépendant de l'absorption par la vapeur de sodium ?

» Comme le groupe A ne pouvait pas être observé dans le spectre de diffraction, on a adapté, à une lunette de 6 pouces, un spectroscope à un prisme en flint lourd. On voyait très bien tout le spectre d'absorption de l'atmosphère et même le groupe A, plus une bande dans la partie ultra-rouge.

» Dans l'indigo g-h, on voyait deux larges bandes noires et quatre bandes plus étroites, dont l'une, avant la raie g, était déjà indiquée par Brewster; les autres furent observées comme bandes telluriques par nous pour la première fois. Ces bandes correspondent à celles du spectre d'émission de l'air d'après Angström. Il serait désirable, dans les études ultérieures, de comparer le spectre d'absorption de l'atmosphère terrestre avec le spectre d'émission de l'air, ainsi que d'examiner s'il ne se produirait pas de changements dans le spectre pendant l'orage.

» Il est probable qu'après la vapeur d'eau l'air est la seule substance fortement absorbante.

» D'après mes expériences, faites en 1879 à Varsovie, ni l'acide carbonique ni l'ammoniaque ne produisent aucun changement visible dans le spectre; cependant les couches de ces gaz correspondaient au moins à la quantité contenue dans une couche atmosphérique de 200^{km}.

» J'espère pouvoir bientôt soumettre à l'Académie les résultats des observations que je me propose d'entreprendre cet hiver entre Oranienbaum et Cronstadt, par des temps très froids et très secs, afin d'avoir un spectre d'absorption dégagé de la vapeur d'eau ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'électrolyse de l'eau.* Note de M. **D. Tommasi.**

« Dans une précédente Note ([2]), j'ai montré que l'on pouvait électrolyser l'eau en n'employant qu'un seul élément zinc-cuivre ou zinc-charbon et acide sulfurique étendu, à la condition de prendre pour électrode positive un métal qui, sous l'influence du courant voltaïque, pouvait s'emparer de l'oxygène de l'eau. Tous les métaux, à l'exception de l'or et du platine, peuvent se combiner à l'oxygène de l'eau sous l'influence du courant voltaïque, et dès lors être capables de la décomposer par l'action d'*un seul élément.* Je vais maintenant compléter ma dernière Note, en montrant que, si l'une des deux électrodes du voltamètre est en aluminium, en zinc ou en charbon, la décomposition de l'eau peut également s'effectuer.

Élément zinc-charbon avec acide sulfurique étendu.

Aluminium +,	Aluminium —	Dégagement de gaz plus ou moins fort au pôle négatif.
Aluminium —,	Cuivre +	
Aluminium —,	Plomb +	
Aluminium +,	Argent —	Faible dégagement de gaz autour de l'argent.
Aluminium +,	Or —	» » de l'or.
Aluminium —,	Argent +	Pas de décomposition de l'eau.
Aluminium +,	Plomb —	
Aluminium —,	Or +	

» En employant un élément zinc-charbon avec bichromate de potasse ([3]), on observe les mêmes effets, mais avec beaucoup plus d'intensité. Le seul fait qui mérite cependant d'être signalé, c'est que l'eau peut être décomposée si l'électrode négative est en aluminium et l'électrode positive en argent : le dégagement de gaz a lieu autour de l'aluminium ; l'argent se recouvre d'une couche d'oxyde.

([1]) Je suis heureux d'exprimer ici ma plus vive reconnaissance à M. le Directeur de l'Observatoire, pour le concours obligeant qu'il a bien voulu me prêter. C'est grâce à sa bienveillance que les observations citées plus haut ont pu être faites.

([2]) Voir *Comptes rendus*, séance du 24 octobre 1881.

([3]) Il est à observer qu'avec un seul élément au bichromate de potasse on ne peut décomposer l'eau si les deux électrodes sont en platine.

Élément zinc-charbon avec acide sulfurique étendu.

Zinc +,	Zinc —.......	Les zincs sont naturellement vivement attaqués par l'eau acidulée; pendant le passage du courant, on n'a pu constater aucun changement.
Zinc +,	Platine —.......	Dégagement de gaz assez fort au pôle négatif (1).
Zinc +,	Argent —.......	
Zinc +,	Cuivre —.......	
Zinc +,	Plomb —.......	Faible dégagement de gaz au pôle négatif.
Zinc +,	Étain —......	
Zinc —,	Platine +.......	Pas de décomposition de l'eau, ou du moins pas de production de gaz au pôle positif.
Zinc —,	Argent +......	
Zinc —,	Cuivre +.......	
Zinc —,	Étain +......	
Zinc —,	Plomb +.......	
Charbon +,	Charbon — (2).	Faible dégagement de gaz au pôle négatif, ne se produisant que quelques instants après que le circuit a été fermé.
Charbon +,	Platine —...	Dégagement de gaz au pôle négatif. En substituant au platine l'argent, l'aluminium ou l'or, on observe toujours la décomposition de l'eau (3).
Charbon +,	Plomb —....	Pas de décomposition. Il se produit seulement un dégagement de gaz autour du plomb, si ce plomb a servi auparavant comme électrode positive; le dégagement du gaz cesse d'ailleurs au bout de quelques instants.
Charbon —,	Platine +....	Pas de décomposition de l'eau.
Charbon —,	Aluminium +	
Charbon —,	Or +.......	
Charbon —,	Plomb +....	
Charbon +,	Cuivre —....	

» Avec un élément au bichromate, on obtient des effets plus intenses.

» Cette Note était déjà rédigée lorsque j'ai lu, dans les *Comptes rendus* de la dernière séance, un Mémoire de M. Berthelot « Sur les limites de l'électrolyse ». Dans ce Mémoire, ce savant cherche à expliquer, à l'aide des données thermiques, les différents faits que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la séance du 24 octobre.

---

(1) Faisons observer ce fait singulier que, le zinc étant attaqué par l'eau acidulée du voltamètre, il s'ensuit qu'il y a dégagement d'hydrogène aux deux électrodes.

(2) Ce charbon est constitué par une mine de crayon en graphite, préalablement chauffée au rouge.

(3) Il est assez étrange de voir le graphite se combiner à l'oxygène de l'eau, sous l'influence du courant voltaïque, et se comporter en quelque sorte comme une électrode soluble. Je ne pense pas que ce fait ait été encore signalé.

» L'explication que M. Berthelot a donnée est précisément celle qui s'est présentée tout d'abord à mon esprit, et je puis affirmer sur mon honneur que je l'avais déjà communiquée verbalement à plusieurs membres de l'Académie et à quelques savants étrangers, auxquels je montrais mes expériences sur l'électrolyse de l'eau. Si j'ai cru cependant ne pas devoir donner encore de théorie sur les phénomènes que j'avais observés, cela tenait uniquement à ce que cette théorie me paraissait tout à fait insuffisante. En effet, si, d'une part, il y a un dégagement de calories, dû à la formation du sulfate de cuivre, d'autre part il se produit une absorption de calories par suite de la décomposition de ce même sulfate; or, ces deux réactions, étant égales et contraires, ne peuvent évidemment avoir aucune influence sur la décomposition de l'eau ([1]). J'avais déjà montré, dans mon premier Mémoire, qu'avec le couple platine — et cuivre + le cuivre se dissolvait en se transformant en sulfate, lequel se décomposait aussitôt, et dont le cuivre se déposait sur le platine *sans que pour cela le dégagement de gaz cessât d'avoir lieu au pôle négatif*. Bien plus, si l'on ajoute à l'eau acidulée du voltamètre un cristal de sulfate de cuivre, voici ce qui se passe : la solution cuivrique est immédiatement décomposée par le courant voltaïque, le cuivre se porte sur le platine et le recouvre complètement; *mais, malgré la décomposition du sulfate de cuivre, la décomposition de l'eau ne s'arrête pas pour cela*. Il n'est donc pas probable que la décomposition de l'eau, dans ce cas, soit due à l'*énergie supplémentaire* résultant de l'oxydation du cuivre et de l'union de cet oxyde avec l'acide sulfurique, comme le pense M. Berthelot. Je continue, du reste, ces recherches, en variant non seulement la nature de la pile, mais encore la nature des électrodes et du liquide du voltamètre, et j'espère arriver par là à trouver la véritable explication de ces singuliers phénomènes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la réversibilité de la méthode électrochimique pour la détermination des réseaux équipotentiels ou d'écoulement*. Note de **M. Ad. Guébhard.**

« L'orthogonalité et la conjugaison, dans le plan, des systèmes équipotentiels et d'écoulement compris dans l'équation $\Delta\varphi = 0$, ont permis à Töpler, à la fin d'un travail sur l'écoulement stationnaire de l'électricité à

([1]) A moins d'admettre que le cuivre qui se dépose sur l'électrode négative ne se trouve dans un état particulier, tel que le cuivre allotropique découvert par M. Schützenberger, en électrolysant une solution d'acétate de cuivre.

travers les surfaces courbes [1], d'indiquer très nettement, quoique d'une manière incidente et sans expériences à l'appui, la réversibilité possible de ces deux systèmes et la transformation de l'un dans l'autre, si l'on venait à rendre lignes équipotentielles, par l'application d'électrodes laminaires, des parties de contour qui étaient précédemment lignes d'écoulement.

» Cependant, au point de vue expérimental autant que mathématique, il pouvait sembler qu'il y eût quelque chose d'irréalisable dans cette conception théorique, qui, sans tenir compte des conditions particulières très opposées qui différencient chacune des deux solutions tirées par Kirchhoff de l'équation potentielle, arriverait à renverser le rôle physique de deux réseaux dont l'un a toutes ses lignes rayonnant autour de points particuliers, l'autre, au contraire, concentriques autour de ces mêmes points.

» Un cas très particulier expérimenté par M. Tschirjew, de Saint-Pétersbourg [2], pouvait laisser place encore à bien des doutes, et rien surtout ne permettait de prévoir le surprenant degré d'exactitude avec lequel je devais trouver, dans l'appropriation de ma méthode électrochimique à l'idée de Töpler, une double consécration de l'une et de l'autre. Sans me restreindre aux surfaces limitées, j'ai repris un à un presque tous les cas de réseaux équipotentiels que j'avais antérieurement réalisés sur le plan indéfini. Au moyen de feuilles de platine bien recuit ou simplement d'étain phonographique, collées avec un vernis pour métaux, soit bord à bord, à extrémités libres, sur des cylindres isolants de formes appropriées, soit dos à dos, sur les deux faces de carton celluloïd ou de papier anglais très mince et très résistant, j'ai construit des électrodes satisfaisant d'une manière générale à cette condition que leur projection horizontale, en partant d'un pôle quelconque, passe par tous les autres avec interruption et changement de signe à chacun d'eux, en formant un circuit complet de lignes ou portions de lignes d'écoulement, sans traverser aucun point d'écoulement nul.

» Les anneaux de Nobili qui se produisent alors, dans le mélange d'acétates de cuivre et de plomb, sur une feuille très voisine de tôle ou de cuivre mince (*fer noir* et *paillon* du commerce), représentent avec une très grande approximation et une netteté toujours remarquable les réseaux orthogonaux de ceux qu'on obtient, dans les cas correspondants, avec des électrodes linéaires. A la vérité, toutes ces lignes isochimiques ou équipotentielles ne peuvent venir se croiser toutes aux points qui répondraient aux pôles; mais elles viennent toutes s'en rapprocher presque indéfini-

---

(1) *Poggendorff's Annalen der Physik*, t. CLX, p. 387; 1877.
(2) *Wiedemann's Annalen der Physik*, t. III, p. 196; 1878.

ment, avec des convexités à courbure extrêmement brusque. Enfin, si, par un simple trou d'aiguille dans la feuille d'expérience, et par un petit bourrelet de verre ou de mastic à la tranche des électrodes, on réalise expérimentalement cette condition restrictive qui, dans l'intégration de $\Delta\varphi$, met à part, pour raison de discontinuité, une petite portion du plan limitée par une courbe infinitésimale autour de chaque électrode, on peut arriver à une rigueur presque absolue, ainsi que le montreront les pièces que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie aussitôt que j'en aurai complété la série. »

MAGNÉTISME. — *Sur les propriétés magnétiques du fer nickelé de Sainte-Catherine (Brésil).* Note de M. **Henri Becquerel**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« M. Lawrence Smith (1) a découvert dans un fer natif, trouvé en 1875 dans la province de Santa-Catarina, au Brésil, une propriété physique assez singulière : à l'état naturel, ce minéral est très peu attirable à l'aimant, mais, si l'on vient à en chauffer un fragment à la température rouge, celuici, après son refroidissement, manifeste des propriétés magnétiques très énergiques.

» L'échantillon que j'ai eu occasion d'étudier m'a été très obligeamment remis par la Collection du Muséum d'Histoire naturelle. On a préparé un petit barreau pesant $2^{gr},731$, et ayant environ $18^{mm},5$ de long sur $5^{mm},2$ de large et $3^{mm},8$ d'épaisseur; ce barreau a été comparé à un petit barreau de fer de Suède très doux, ayant même longueur, même poids, et à très peu près les mêmes dimensions. Les observations ont été faites au moyen de la balance électromagnétique que j'ai décrite dans un précédent Mémoire (2). On a obtenu les résultats suivants :

INTENSITÉS — Sinus des déviations de la boussole.	FER de Suède, — Poids magnétiques.	FER DE SAINTE-CATHERINE: à l'état naturel ou recuit à 230°.		recuit au rouge clair.			trempé.	
		Poids magnétiques.	Rapporté au fer.	Poids magnétiques.	Rapporté au fer.	Rapporté à l'état naturel.	Poids magnétiques.	Rapporté au fer.
	mmg	mmg		mmg				
0,1500	60	3,2	0,053	64	1,066	20	60	1,000
0,3000	238	12,6	0,053	244	1,025	19,3	232	0,974
0,5600	759	40,5	0,054	762	1,004	18,8	749	0,986
0,7000	1110	58,8	0,053	»	»	»	»	»
0,8300	1489	77,7	0,052	1489	1,000	19,1	1454	0,976

(1) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 848.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVI; 1879 (*Magnétisme du nickel et du cobalt*).

» On reconnaît d'abord qu'à l'état naturel le petit barreau de fer de Sainte-Catherine est beaucoup moins magnétique que le fer sensiblement pur. On l'a chauffé à 230° ; il a pris une couleur rose, mais les attractions magnétiques dans la balance ont été les mêmes qu'à l'état naturel. Recuit pendant une heure au rouge clair, dans de la chaux, pour éviter une trop grande oxydation, puis refroidi lentement, le barreau s'est montré environ 20 fois plus magnétique qu'à l'état naturel, et aussi magnétique que le fer. Son poids s'était augmenté de 35^{mgr}. Enfin, chauffé au rouge et trempé dans l'eau, son magnétisme spécifique a très peu varié, et s'est maintenu le même après plusieurs recuits et trempes successives.

» Afin d'étudier ce corps à des états plus ou moins éloignés de la saturation magnétique, on a encore soumis à l'expérience deux autres petits barreaux :

Barreau n° 2. — Poids, $1^{gr},245$; longueur, 30^{mm}; largeur, 4^{mm}; épaisseur, 3^{mm}.

Intensités.	État naturel.	Recuit au rouge.	Rapport.
	mgr		
0,1525	1,7 (?)	36	21 (?)
0,3000	5	130	26
0,5600	16	407	25,4
0,8100	30	749	24,9

Barreau n° 3. — Poids, $0^{gr},273$; longueur, 13^{mm}; largeur, $2^{mm},25$; épaisseur, $1^{mm},2$.

Intensités.	État naturel.	Recuit au rouge.	Rapport.
	mgr		
»	»	»	»
0,3020	1,8 (?)	41	23 (?)
0,5600	5	123	24,6
0,8141	9,5	229	24,1

» Le fer natif de Sainte-Catherine a été l'objet d'études très intéressantes, principalement de la part de M. Damour, qui l'a analysé, et de MM Daubrée et Stan. Meunier, qui lui attribuent une origine météorique [1]. Parmi les propriétés très curieuses de ce minéral, il convient de signaler ici son état cristallin, et la proportion très considérable de nickel qui accompagne le fer, environ 34 pour 100. Les effets magnétiques remarquables qui se manifestent par le recuit paraissent tenir principalement à la présence du nickel, et à une cristallisation effectuée à basse température.

» Je me suis proposé de rechercher si du fer pur ou du nickel pur, cristallisés à froid, ne manifesteraient pas les mêmes phénomènes.

» On a préparé à cet effet de petits cylindres de fer et de nickel, en déposant ces métaux sur un fil de platine, par l'électrolyse de dissolutions de fer ou de nickel. Le dépôt s'effectuait lentement et à la température ambiante; le métal était cristallisé. Les barreaux étaient étudiés dans la balance, puis recuits au rouge et étudiés de nouveau. Le fer, dans les con-

---

[1] Voir *Comptes rendus,* t. LXXXIV, p. 481 et 1507 ; t. LXXXV, p. 84 ; t. LXXXVI, p. 943... et 1433.

ditions où j'ai opéré, n'a présenté par le recuit aucun changement notable dans ses propriétés magnétiques, mais il n'en a pas été de même du nickel cristallisé à froid, qui a présenté par le recuit une augmentation de magnétisme considérable. Voici, du reste, quelques-uns des résultats obtenus pour ce métal.

Nickel déposé par la pile.

Premier barreau. — Poids, 2gr,442; longueur, 40mm.

Intensités.	Non recuit.	Recuit.	Rapport.
0,1500	34 mgr	216 mgr	6,37
0,3000	147	589	4,00
0,4200	310	909	2,93
0,5900	589	1363	2,33
0,8500	1103	2043	1,85

Second barreau. — Poids, 4gr,484; longueur, 50mm.

Intensités.	Non recuit.	Recuit.	Rapport.
0,1708	80,5 mgr	434 mgr	5,39
0,2885	320,5	1010	3,15
0,5480	1132,5	2313	2,04
0,7758	1982,5	3470	1,75
"	"	"	"

» Les barreaux étudiés contiennent dans l'axe un fil de platine; ils forment donc une sorte de tube, et comme leur section est petite comparée à leur longueur, ils sont beaucoup plus près de leur point de saturation magnétique que les barreaux de fer natif étudié plus haut. En ayant égard à l'accroissement très rapide du rapport inscrit dans la dernière colonne des Tableaux qui précèdent, lorsqu'on s'éloigne de la saturation, on reconnaît que l'accroissement des propriétés magnétiques du nickel cristallisé à froid, lorsqu'on le recuit, est du même ordre que le phénomène observé dans le fer de Sainte-Catherine.

» On pourrait penser qu'en formant avec ce métal des barreaux tels que les barreaux n° 2 et n° 3, dont les sections sont de plus en plus petites par rapport à leur longueur, on se rapprocherait de la saturation magnétique, et l'on obtiendrait des nombres plus voisins de ceux qui ont été trouvés pour le nickel dans les conditions des expériences qui précèdent; on a vu au contraire que, pour ces deux barreaux, le rapport des effets magnétiques après et avant le recuit est plus grand que pour le premier barreau. Si l'on se reporte aux faits que j'ai eu occasion d'établir dans le Mémoire cité plus haut, on reconnaîtra que les caractères présentés par le fer de Sainte-Catherine indiquent que les conditions magnétiques auxquelles on l'a soumis sont très éloignées de celles de la saturation.

» La capacité magnétique du nickel est d'autant plus grande que les molécules de ce métal sont plus éloignées les unes des autres; elle tend alors à devenir égale et même un peu supérieure à celle du fer. Peut-être la dissémination du nickel dans la masse de fer natif qui nous occupe est-elle favorable à la manifestation des propriétés magnétiques énergiques de ce métal; l'observation montre en effet qu'après le recuit le nickel qui

accompagne le fer se comporte comme le fer lui-même. L'état cristallin du minéral non recuit paraît, comme pour le nickel pur, être la cause qui s'oppose aux manifestations magnétiques.

» On conclut nécessairement de cette étude que le fer natif de Sainte-Catherine a dû cristalliser à basse température. Cette conclusion ne permet pas de se prononcer entre l'hypothèse d'une origine météorique et celle d'une formation terrestre, car la masse pourrait avoir été primitivement portée à une très haute température, puis, par une modification moléculaire très lente, à basse température, avoir cristallisé, comme cela se présente pour certains fers. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les proportions d'acide carbonique dans les hautes régions de l'atmosphère.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Aubin**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Dans de précédentes Notes, nous avons décrit la méthode de dosage de l'acide carbonique adoptée pour l'analyse de l'air, et montré, par des expériences synthétiques, que cette méthode était susceptible d'une grande précision. Nous avons aussi fait connaître les résultats obtenus à Paris et à la campagne, résultats confirmant ceux de M. Reiset et montrant que les variations de l'acide carbonique ne se produisent qu'entre des limites très rapprochées et sous des influences locales, de sorte qu'on peut dire, d'une façon générale, que l'acide carbonique est uniformément répandu dans les couches inférieures de l'atmosphère.

» Pour compléter cette étude, il y avait lieu d'appliquer notre méthode à l'analyse de l'air des régions élevées. Cette recherche avait d'autant plus d'intérêt, que des travaux récents signalaient une diminution notable de l'acide carbonique dans l'air pris sur les montagnes. Ces travaux faisaient naître un doute sur la diffusion rapide des gaz et sur le brassage énergique de l'air, en même temps qu'ils pouvaient conduire à des conséquences importantes sur les courants atmosphériques, qu'on eût pu ainsi classer d'après leur teneur en acide carbonique.

» Avant d'aborder la question sur le terrain, nous avons dû étudier le fonctionnement d'appareils pouvant supporter le transport, susceptibles d'être employés dans les conditions spéciales dans lesquelles nous avions à opérer et donnant, en même temps, le degré de précision que nous nous sommes efforcés d'atteindre dans l'ensemble de ces recherches. Le principe de la méthode n'a pas été modifié; on a continué à se servir de tubes à ponce

potassée, scellés aux deux bouts, permettant d'effectuer le dosage au laboratoire, après un temps indéfini. Pour aspirer l'air à travers ces tubes et le mesurer en même temps, nous nous sommes arrêtés à un système composé de deux gazomètres conjugués, à renversement, d'une construction et d'un maniement extrêmement simples. On a constaté, comparativement, que les résultats obtenus à l'aide de cet appareil étaient identiques avec ceux que donnait le grand aspirateur de 300^{lit}, que nous avions employé jusque-là et qui permet de mesurer l'air de la façon la plus rigoureuse. L'air a été puisé, par de longs tubes métalliques, à une distance de 8 à 10^{m} de l'opérateur, qui avait soin de se placer sous le vent de la prise. Sans entrer ici dans le détail opératoire, nous pouvons dire que ces appareils ont fonctionné d'une manière satisfaisante et qu'aucun accident n'a compromis nos résultats.

» Le point que nous avons choisi comme station des recherches est le sommet du pic du Midi, situé dans les Pyrénées, à une altitude de 2877^{m} au-dessus du niveau de la mer. Les mêmes raisons qui ont déterminé le choix de ce pic pour l'établissement d'un observatoire météorologique ont motivé notre préférence. Le massif isolé qui le constitue est éloigné de sommets élevés; l'air qui y circule est généralement celui des courants supérieurs, ainsi que l'indique le déplacement horizontal des brouillards des vallées. La vitesse très grande du vent éloigne tout soupçon d'une influence locale. De plus, les bâtiments presque achevés de l'observatoire, qu'on installe au sommet, nous offraient un abri et des ressources, mis obligeamment à notre disposition par MM. le général de Nansouty et Vaussenat, que nous désirons remercier publiquement de leur accueil et de leur concours.

» Les prises ont été faites généralement à raison de trois par jour, une le matin, la seconde au milieu de la journée et la troisième le soir. Les tubes ont été scellés immédiatement après chaque prise.

» Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau suivant :

Dates.	Heures.	Hauteur barométrique.	Température.	Direction du vent.	Volume d'air employé, à 0° et 760^{mm}.	Acide carbonique pour 10000 parties d'air (en volume).
		mm	°		lit	
9 août..	12^{h}36^{m} à 4^{h} s.	534	14	S.-O. assez fort	200,2	3,01
» ..	4^{h} à 7^{h}35^{m} s.	534	10	»	197,6	2,95
10 août..	8^{h}33^{m} m. à 2^{h}7^{m} s.	540	14	N.-O. faible	237,3	2,91
» ..	2^{h}7^{m} à 6^{h}38^{m} s.	541	13	»	206,7	2,75
11 août..	9^{h}34^{m} m. 11^{h}18^{m} m.	541	14	S.-E. variable	237,2	2,95

Dates.	Heures.	Hauteur barométrique.	Température.	Direction du vent.	Volume d'air employé, à 0° et 760mm.	Acide carbonique pour 10 000 parties d'air (en volume).
		mm	o		lit	
11 août..	$11^h 19^m$ m. à $3^h 1^m$ s.	541	15	»	235,4	2,80
» ..	$3^h 2^m$ à $5^h 45^m$ s.	541	14	»	236,8	2,76
12 août..	$7^h 19^m$ à $10^h 50^m$ m.	539	14	S.-E. très faible	236,2	2,87
» ..	$10^h 51^m$ m. à $2^h 24^m$ s.	539	15,5	»	233,5	2,85
» ..	$2^h 25^m$ à $6^h 7^m$ s.	539	14	»	235,3	2,79
13 août..	$11^h 10^m$ m. à $2^h 40^m$ s.	534,5	13,5	S.-O. assez fort	234,3	2,87
» ..	$2^h 43^m$ à $6^h 28^m$ s.	534	10,5	»	221,5	2,69
14 août..	$9^h 31^m$ m. à $1^h 17^m$ s.	533	12	S.-O.	243,1	2,93
» ..	$1^h 17^m$ à $4^h 55^m$ s.	533	12,5	»	234,6	2,89

» La moyenne de ces résultats conduit au chiffre 2,86, extrêmement voisin de celui que nous avons obtenu dans la plaine de Vincennes.

» Comme points de comparaison, on a fait des prises dans deux vallées basses des Pyrénées, près de Pierrefitte (altitude, 507m) et près de Luz (altitude 730m). On a obtenu :

	Acide carbonique pour 10 000 parties.
Pierrefitte, 5 août, de 2^h à 5^h du soir..........	2,79
» 6 août, de 8^h à 11^h du matin........	3,00 (brouillard)
Luz, 7 août, de 8^h à 11^h du matin............	2,69

ce dernier dosage fait au milieu d'une végétation puissante.

» Tous les chiffres que nous avons obtenus sont donc voisins de ceux qui ont été trouvés dans les parties inférieures de l'atmosphère, tant par nous-mêmes que par M. Reiset et M. Schultze, dans des stations très variées.

» Dans nos expériences du pic du Midi, la direction du vent et l'état de l'atmosphère avaient éprouvé des variations : nous avons donc opéré dans des conditions diverses, et cependant le taux de l'acide carbonique est constant.

» Nous nous croyons donc autorisés à dire que l'acide carbonique est uniformément répandu dans l'atmosphère, et nous confirmons ainsi les idées émises sur ce sujet par M. Reiset, et les théories de M. Schlœsing sur la circulation de l'acide carbonique à la surface du globe. »

M. **Hervé Mangon**, en présentant à l'Académie cette Communication, ajoute les remarques suivantes :

« Les dosages effectués par MM. Müntz et Aubin ont été exécutés, dans le courant du mois d'août dernier, par les méthodes rigoureuses que l'Académie connaît déjà, à une altitude de 2877^m, au sommet du pic du Midi, à l'observatoire de M. le général de Nansouty. La moyenne de quatorze dosages a donné $2^{vol},86$ par 10000^{vol} d'air. La plus forte proportion trouvée a été de 3,0 et la plus faible de 2,7. Je rappellerai, à cette occasion, que deux dosages exécutés à ma demande, en 1875, par M. Tissandier, dans une ascension en ballon, ont donné des chiffres très voisins du précédent.

» Les résultats obtenus par MM. Müntz et Aubin, dans des conditions très variées, ne diffèrent pas sensiblement de ceux de l'habile chimiste d'Ecorchebœuf, M. Reiset. Il est donc hors de doute, aujourd'hui, que la proportion de l'acide carbonique de l'air ne subit que de très faibles variations. Les personnes qui ont affirmé des résultats différents ont certainement commis des erreurs d'observation, faciles à expliquer d'ailleurs par l'imperfection de leurs procédés d'analyse. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement post-embryonnaire des Diptères.* Note de M. **H. Viallanes**, présentée par M. Alph. Milne Edwards.

« Parmi tous les insectes, c'est chez les Muscides qu'on observe les plus grandes différences entre la larve et l'animal parfait, aussi est-ce chez eux que les métamorphoses qui s'accomplissent durant la période nymphale sont les plus profondes, ce qui explique que les recherches précises sur les métamorphoses des insectes aient porté principalement sur ce groupe ou sur des animaux voisins. Ayant repris les travaux de mes devanciers (¹), j'ai pu découvrir un certain nombre de faits nouveaux dont j'ai l'honneur de faire connaître aujourd'hui à l'Académie le compte rendu sommaire.

» Quand la larve devient immobile et se transforme en pupe, non seulement la peau des anneaux qui répondent à la tête et au thorax de l'adulte disparaît, comme le pensaient mes prédécesseurs, mais la peau du corps entier est détruite par suite d'une dégénérescence des cellules hypodermiques, si bien qu'à un moment donné l'animal n'est plus limité que par une mince cuticule, au-dessous de laquelle se trouve une couche épaisse

(¹) Mes recherches ont été faites au laboratoire de M. Milne Edwards; elles ont porté sur la *Musca vomitoria*.

de cellules embryonnaires, issues, ainsi que je l'ai décrit dans une précédente Communication, des noyaux musculaires qui ont proliféré et devant l'envahissement desquelles la matière contractile des fibres musculaires a disparu.

» Les cellules embryonnaires qui remplissent presque complètement le corps d'une pupe ne dérivent pas seulement des noyaux musculaires, elles sont aussi forméespar la prolifération des cellules du corps adipeux. Ce rôle des cellules du corps adipeux n'était pas connu. Quand une larve est sur le point de se mettre en pupe, de nombreuses cellules filles apparaissent au sein de leur protoplasma; plus tard l'enveloppe et le noyau des cellules du corps adipeux disparaissent, les cellules filles sont mises en liberté, se multiplient à leur tour et revêtent tous les caractères de cellules embryonnaires.

» Le retour des tissus à l'état embryonnaire détermine ce fait entièrement remarquable, qu'à un moment donné une pupe a réellement les caractères d'un embryon. Aussi, quand on examine une coupe pratiquée à travers l'abdomen d'une pupe de deux à quatre jours, on remarque que le corps n'est composé que de deux couches de cellules centrales, l'une formant un cordon plein, constitué par les cellules épithéliales du tube digestif revenues à l'état embryonnaire; l'autre périphérique, constituée par les cellules embryonnaires issues des noyaux musculaires et des cellules du corps adipeux.

» Quand les tissus de la larve sont détruits, les tissus de l'adulte se forment. On sait, depuis les travaux de M. Weissman, que les téguments de la tête et du thorax se développent aux dépens d'un certain nombre de bourgeons préexistants dans la larve et désignés sous le nom d'*histoblastes* (*imaginalscheiben*). Faute d'avoir eu recours à la méthode des coupes, mes devanciers se sont mépris sur la structure de ces petits corps : ce ne sont pas, comme ils le pensaient, de petits sachets remplis de cellules. L'histoblaste encore peu développé se montre sur une coupe comme constitué par une sphère creuse dont une des moitiés aurait été enfoncée dans l'autre : on peut donc lui considérer deux feuillets, un interne et un externe. Le feuillet interne est épais et constitué par des cellules piriformes placées côte à côte; le feuillet externe est mince et constitué par une seule assise de cellules aplaties. Quand l'histoblaste se développe, le feuillet externe disparaît, le feuillet interne s'accroît pour former les téguments de l'adulte. Les histoblastes des yeux présentent la même structure que les autres; on y remarque seulement les particularités suivantes. Le feuillet interne est constitué par de grandes cellules très régulièrement disposées côte à côte,

ayant la forme d'un cylindre terminé à son extrémité externe par une base aplatie, effilée en pointe à l'autre extrémité. Chacune d'elles se continue par son extrémité effilée avec une des fibrilles du nerf optique. Entre les grandes cellules, on en observe de petites. Ainsi que l'a montré M. Weissman, chacune des grandes cellules deviendra un des yeux simples dont l'ensemble constitue la rétine. Les petites cellules deviennent les cellules choroïdiennes.

» Mes devanciers, qui n'avaient point observé la destruction des téguments des derniers anneaux de la larve, pensaient que les téguments de l'abdomen de l'adulte se formaient par suite d'une simple transformation des cellules hypodermiques de celle-ci. Ayant montré plus haut que la peau tout entière de la larve disparaît, je devais rechercher comment se développent les téguments de l'abdomen de l'adulte. Je me suis assuré qu'ils se forment aux dépens des cellules embryonnaires qui remplissent le corps de la pupe et dont j'ai indiqué plus haut l'origine. Ces cellules embryonnaires se transforment en cellules hypodermiques. Ce changement n'a pas lieu sur tous les points de l'abdomen en même temps; mais, pour chaque anneau, l'hypoderme de l'adulte apparaît d'abord sur quatre points, deux inférieurs et deux supérieurs.

Tandis que les organes de la larve disparaissent et que les organes de l'adulte se forment, les centres nerveux subissent des modifications internes très importantes. Leur étude, qui n'a pas même été effleurée, est hérissée de difficultés techniques. Je suis arrivé à les surmonter presque toutes. J'ai suivi pas à pas les modifications internes que subissent les centres nerveux durant la vie nymphale; j'aurai très prochainement l'honneur de faire connaître à l'Académie les principaux résultats de mes recherches à ce sujet. »

VITICULTURE. — *Le* Pourridié *des vignes de la Haute-Marne, produit par le* Rœsleria hypogæa. Note de M. **Ed. Prillieux**, présentée par M. Duchartre. (Extrait.)

« .... En mainte localité, on voit des pieds de vigne, frappés d'un irrémédiable épuisement, languir quelques années et succomber enfin au mal qui gagne de proche en proche les pieds voisins. Les places attaquées grandissent comme les taches phylloxériques. Si l'on arrache les pieds dépérissants, on trouve leurs racines pourries. On a proposé de désigner du nom de *Pourridié* cette maladie, qui a pris une extension considérable dans la Haute-

Marne, et particulièrement dans l'arrondissement de Langres. D'après les évaluations que j'ai recueillies dans ce département, plus de 125 communes seraient atteintes; la surface occupée par les vignes malades dépasserait 1500 hectares.

» Chargé par M. le Ministre de l'Agriculture d'aller constater les dégâts signalés dans les vignobles de la Haute-Marne et d'en rechercher la cause, j'ai pu, en faisant arracher dans diverses communes des ceps gravement attaqués, reconnaître d'une façon générale, sur les racines mourantes ou mortes, un petit Champignon parasite que je n'hésite pas à regarder comme la cause immédiate du mal. Il est de tout autre nature que celui que l'on considère comme produisant la maladie nommée *Pourridié* dans le midi de la France. Sur les racines des vignes atteintes de ce *Pourridié* qu'ont étudiées MM. Planchon et Millardet, on voit des cordons ayant l'apparence de racines étrangères qui rampent à leur surface et pénètrent dans leur intérieur. Ces cordons sont formés par le mycélium (Rhizomorphe) d'un Champignon de grande taille, l'*Agaricus melleus*, qui vit aussi en parasite sur les racines de divers arbres, et en particulier sur celles des pins. Le *Pourridié* de la Haute-Marne est dû à un parasite très différent, qui vit à l'intérieur des racines de vigne dont il pénètre et altère profondément tous les éléments organiques, mais qui produit en outre en abondance à leur surface, au mois d'octobre, des fructifications qui permettent d'en déterminer l'espèce avec certitude. C'est le *Rœsleria hypogæa*, petit Champignon blanc, à tête blanche ou d'un gris de cendre, haut de 8^{mm} à 10^{mm} environ, qui a été découvert en Allemagne dans des conditions identiques à celles où je viens de le retrouver en France. En 1868, on voyait, à Mülheim en Brisgau, se former dans les vignes des places assez grandes, presque circulaires, où les ceps paraissaient fort malades. On croyait que le mal était dû au Phylloxera. M. Rœsler, directeur de la station de Klosterneuburg, en faisant fouiller le sol pour s'en assurer, trouva en quantité, sur les racines des vignes, non pas l'insecte redouté, mais le petit Champignon, qui reçut plus tard de MM. de Thümen et Passerini le nom de *Rœsleria hypogæa*. Il a été observé depuis encore, dans la basse Autriche par M. de Thümen, et en Suisse, dans l'Argovie, par M. Mühlberg. En France, il n'a été signalé jusqu'ici qu'une seule fois, à ma connaissance, près de Chalon-sur-Saône, où il a été découvert par M. Ozanon sur les racines de vignes mourantes; mais je ne doute pas qu'il ne soit développé encore dans bien des points où l'on ne soupçonne pas sa présence, même hors de la Bourgogne. Je viens, en effet, de le reconnaître sur des racines de vignes malades qui

m'ont été récemment envoyées de Pithiviers, par un propriétaire qui cherchait à se renseigner sur la nature du mal qui envahit son vignoble.

» Dans la Haute-Marne, on observe le *Pourridié* dans tous les terrains; mais on peut dire, d'une façon générale, que c'est dans les sols marneux et argileux que la maladie se développe le plus rapidement. Il est avéré aussi que c'est par les années pluvieuses qu'elle fait le plus de progrès. Sur les terrains en pente, c'est surtout dans les parties basses qu'on la voit se propager avec le plus d'intensité. En un mot, on peut reconnaître que toujours l'humidité des couches profondes du sol est la condition qui favorise au plus haut degré la végétation et la propagation du parasite des racines qui produit le *Pourridié*. Pour combattre le mal et en arrêter les progrès, l'assainissement des vignobles attaqués dont le sous-sol est imperméable sera donc le premier et probablement le plus efficace des moyens auxquels on devra recourir.

» On a l'habitude, dans la Haute-Marne, de rapprocher d'une façon excessive les pieds de vigne. Cette pratique doit favoriser singulièrement la propagation du parasite, des racines d'un cep attaqué à celles des ceps voisins. Il sera bon, dans les plantations nouvelles, de maintenir entre les pieds un écartement plus considérable.

» L'arrachage des vignes malades devra aussi être largement pratiqué, mais ce serait se faire illusion que de croire que l'on pourra faire disparaître rapidement du sol le parasite par cette opération. Le *Rœsleria* continue longtemps à végéter sur les racines mortes et détachées des ceps; il peut, d'après M. de Thümen, y fructifier encore abondamment au bout de deux ou trois ans. Or, si complète que soit l'extraction des racines, on ne peut espérer qu'il n'en reste pas dans le sol quelques fragments, et ils suffiraient pour infecter les pieds sains que l'on se hâterait de replanter. »

GÉOLOGIE. — *Les bauxites, leurs âges, leur origine. Diffusion complète du titane et du vanadium dans les roches de la formation primordiale.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Hébert.

« Les bauxites (mélange d'hydrate d'alumine et de sesquioxyde de fer), signalées par Berthier, en 1821, sont devenues célèbres depuis que M. H. Sainte-Claire Deville a montré qu'elles renfermaient des quantités notables de titane et de vanadium. M. Coquand les a étudiées au point de vue géologique (*Bulletin de la Société géologique de France*, t. XXVIII, 1871), et est arrivé à cette conclusion, que les bauxites étaient des produits éruptifs, de

nature geysérienne, et qu'elles étaient partout du même âge, celui de la craie supérieure. Pendant plus de quinze ans, j'ai réuni des documents pour la solution de cette question. Voici les conclusions auxquelles je suis arrivé.

» I. *Ages.* — 1° La bauxite du Revest, près Toulon (l'un des types éruptifs de M. Coquand), est parfaitement stratifiée et s'étend de l'Est à l'Ouest, sans la moindre interruption, sur plus de 15^{km}. A l'est du Revest, elle repose sur le *calcaire à Chama* et est recouverte par le cénomanien; l'aptien et le gault font absolument défaut en ce point. Quand on s'avance vers l'Ouest, on voit les étages, absents au Revest, arriver successivement sous le cénomanien, sans que la bauxite disparaisse, et sans qu'elle cesse de rester appliquée sur le calcaire à Chama; elle diminue seulement d'épaisseur. Au milieu des vaux d'Ollioules, la série des étages est devenue normale, mais on voit encore la bauxite pisolithique, réduite à de faibles restes, remplir les cavités du dernier banc du calcaire à Chama, et empâter de grands exemplaires d'*Ammonites fissicostatus* et d'*Ostrea aquila*. Il est dès lors impossible d'admettre que les matériaux constituant aujourd'hui la bauxite du Revest aient été apportés, là où ils existent aujourd'hui, à la fin de la période crétacée ou à une époque quelconque autre que celle qui correspond à la fin du dépôt du calcaire à Chama.

» 2° A Allauch, près de Marseille, à Auriol, dans les montagnes de la Sainte-Baume, dans la plaine entre Tourves et Mazaugue, etc., il existe des dépôts puissants de bauxite, stratifiés d'une manière absolument nette, alternant avec les calcaires à *Hippurites organisans* du turonien supérieur. Malgré des dislocations et des dérangements énormes, la bauxite de cette division conserve toujours exactement la même position géologique; il me semble dès lors impossible d'admettre que cette bauxite ne soit pas contemporaine des assises entre lesquelles elle est comprise, c'est-à-dire de l'âge du turonien supérieur.

» 3° A la base du système de Fuveau existent encore de petits dépôts de bauxites toujours bien stratifiés.

» 4° Entre le système de Fuveau et le *calcaire à Lychnus* se montrent de puissants dépôts de bauxite. C'est à ce niveau et à cet âge que M. Coquand rapporte toutes les bauxites; c'est à cette époque (craie supérieure) que les geysers auraient fait éruption, et si toutes les bauxites ne sont pas aujourd'hui à ce niveau, c'est parce qu'une partie des geysers serait sortie à travers des terrains plus anciens déjà émergés.

» 5° Bien plus haut, viennent les marnes rouges de Vitrolles. Ces marnes

correspondent encore à un horizon de bauxite, bien que la physionomie générale soit notablement différente de celle des divisions précédentes.

» Ces cinq niveaux, dont je viens de fixer la place et l'âge, sont ceux qui correspondent aux grandes accumulations de bauxites; mais ces dépôts ferro-alumineux existent dans toute l'épaisseur de la formation crétacée; pour n'en citer qu'un exemple, le système dont fait partie le grès d'Uchaux en est imprégné de la base au sommet.

» II. *Origine.* — Quand les roches de la formation primordiale, et particulièrement les granits, sont soumises à l'action de l'eau et des agents mécaniques, elles se désagrègent et se décomposent; le quartz et le feldspath non décomposés, réduits en sable, tombent au fond de l'eau, et la partie alumineuse et ferrugineuse provenant de la décomposition d'une partie du feldspath reste en suspension; elle ira se déposer à une distance plus ou moins grande du lieu de décomposition, suivant que les vagues seront plus ou moins agitées. On a alors un hydrate d'alumine plus ou moins mélangé de sesquioxyde de fer, c'est-à-dire de la bauxite. L'étude de la formation crétacée du sud-est de la France m'a fourni la preuve que telle est l'origine des bauxites de cette région.

» Entre Marseille et Toulon, par exemple, l'épaisseur de la formation crétacée dépasse 1000^{m}. Des déterminations chimiques, au nombre de plus de trois cents, m'ont montré que, en moyenne, cet énorme ensemble est composé de 32 pour 100 de calcaire et de 68 pour 100 de silice et d'alumine. En outre, l'observation directe montre que des dépôts de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, parfaitement stratifiés, sont presque exclusivement composés de grains de quartz roulé, et d'une proportion plus ou moins considérable de feldspath décomposé, mais encore bien reconnaissable, même à l'œil nu. Quand on a étudié ces dépôts, il est impossible de se refuser à reconnaître qu'on a devant les yeux la partie la plus résistante laissée par la destruction de roches primordiales de nature granitique. J'examinerai ailleurs d'où vient cette énorme quantité de matériaux granitiques, mais le fait de leur existence dans la constitution de la formation crétacée est incontestable, et ceci nous suffit pour le moment. On s'explique dès lors tout naturellement comment l'argile ferro-alumineuse, qui imprègne dans toute son épaisseur la formation crétacée du Sud-Est, et qui s'est déposée à divers niveaux en puissantes assises, n'est pas autre chose que la partie la plus ténue, c'est-à-dire la partie ferro-alumineuse des roches granitiques décomposées.

» J'ajouterai maintenant que ce qui vient d'être établi pour les bauxites

du sud-est de la France est vrai pour toutes les autres, notamment pour celles de l'Hérault, de la Lozère et des Pyrénées.

» *Vanadium et titane.* — Si les bauxites ont l'origine que je leur attribue, les roches primordiales doivent renfermer du titane et du vanadium. J'ai étudié cette question, et je ferai connaître prochainement les résultats que j'ai obtenus, mais l'un d'eux est la démonstration de l'existence à l'état de diffusion complète du titane et du vanadium dans toutes les roches de la formation primordiale.

» Les résultats géologico-chimiques que je viens de résumer expliquent pourquoi MM. Deville, Beauvallet, Terreil, etc., ont trouvé du vanadium dans les bauxites et certaines argiles; mais ils montrent, en même temps, que ce sont là des cas particuliers d'un double fait général, l'origine aqueuse et sédimentaire des argiles aux dépens des roches primordiales, et la présence constante du vanadium et du titane dans les roches de cette grande formation. »

M. **Personne** adresse, de Dijon, une Note relative à une horloge électrique.

M. É. **Chase** adresse une Note tendant à établir que les opinions de M. Balfour Stewart confirment les indications qu'il a données lui-même sur la position de la planète Vulcain.

M. **Sawicki** adresse une Note relative aux mouvements du système solaire.

M. **Trémaux** adresse, par l'entremise du Ministère de l'Instruction publique, une Note sur la transmission des forces.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 novembre 1881.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs; 5e série, t. V, 1880. Besançon, imp. Dodivers, 1880; in 8°.

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France, etc., publié par ordre de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, t. X. Paris, J.-B. Baillière, 1881; in-8°.

La vision et ses anomalies; par F. GIRAUD-TEULON. Paris, J.-B. Baillière, 1881; in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1882.)

Rapport sur les travaux du Conseil d'hygiène et de salubrité publique du département d'Alger depuis 1852 *jusqu'en* 1881; *par* le Dr E. L. BERTHERAND. Alger, impr. Fontana et Cie, 1881; in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Statistique, 1882.)

Etudes sur les équilibres chimiques; par G. LEMOINE. Paris, Dunod, 1881; in-8°.

Les alcaloïdes dérivés des matières protéiques sous l'influence de la vie des ferments et des tissus; par M. A. GAUTIER. Paris, Germer-Baillière, 1881; br. in-8°. (Extrait du *Journal d'Anatomie et de Physiologie*.)

Recherches relatives à l'influence de la chaleur solaire sur la figure générale de la Terre; par F. DIAZ-COVARRUBIAS. Paris, impr. Ch. Blot, 1881; br, in-8°.

Notice analytique des inventions de M. Delaurier à l'Exposition internationale d'électricité. Paris, F. Savy, 1881; opuscule in-8°.

Recherches sur l'organisation des branchiobdelles; par M. V. LEMOINE. Reims, J. Justinart, 1880; br. in-8°.

De l'équilibre thermique dans les actions chimiques; par le Dr D. TOMMASI. Saint-Denis, impr. Ch. Lambert, 1881; br. in-8°.

Bel-Abbès et son arrondissement; par L. BASTIDE. Oran, typogr. A. Perrier, 1881; in-8°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général, année 1881. Montpellier, typogr. Boehm, 1881; in-4°.

Etudes sur l'amplitude diurne de la température et sur l'influence qu'exerce sur elle la position topographique; *par* A. J. WOEIKOF. Moscou, Impr. de l'Université Impériale, 1881; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 NOVEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que la *Table générale* des articles contenus dans la collection des « Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences », de 1806 à 1877, est en distribution au Secrétariat, ainsi que la *Table générale* des « Mémoires de l'Académie des Sciences », de l'an VI à 1878.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome XCI des « Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences » (semestre de juillet à décembre 1880) est en distribution au Secrétariat.

OPTIQUE. — *Sur la condition d'achromatisme dans les phénomènes d'interférence.* Note de M. **A. Cornu**.

« Les expériences que j'ai entreprises pour l'étude des lois de la double réfraction circulaire, naturelle et magnétique (t. XCII, p. 1365), m'ont amené à examiner et à résoudre une difficulté signalée par divers auteurs,

et considérée même par l'un d'eux ([1]) comme une objection à l'admirable explication du pouvoir rotatoire donnée par Fresnel.

» En effet, j'ai utilisé le phénomène des *franges latérales* (*loc. cit.*, p. 1369) pour mesurer la différence entre les vitesses des ondes circulaires et la vitesse de l'onde ordinaire dans le quartz : or ce phénomène offre l'anomalie qui se rencontre dans tous les cas analogues, où l'on fait interférer des ondes ayant subi la double réfraction circulaire : les systèmes latéraux de franges sont écartés d'un peu plus du double de ce qu'une théorie approximative semble indiquer.

» M. Billet, dans son excellent *Traité d'Optique physique*, signale ce désaccord et cite les chiffres qu'il a obtenus en répétant les expériences d'Arago, Fresnel et Babinet avec un quartz de 42^{mm} (t. II, p. 242); ce passage résume parfaitement l'état de la question.

« .... Ce quartz fait tourner le rayon moyen du spectre d'environ $42 \times 23° = 966°$. Cela donne, à raison de 180° pour une onde de retard, un retard total d'environ 5,5 ondes. Ce devrait donc être sur la cinquième frange noire, là où le retard géométrique vaut 5,5 ondes, que devrait s'installer la frange centrale d'un système latéral, et la distance des centres des deux systèmes latéraux devrait être, par conséquent, de 22 franges simples ou de 11 fois l'intervalle qui sépare deux franges semblables, deux noires par exemple. Il n'en est rien : cette distance dépasse le double de cette valeur théorique et atteint le chiffre de 24. »

» L'expérience, faite avec un bloc unique de quartz, suivant le dispositif Arago-Fresnel, exige l'emploi d'un polariseur et d'un analyseur; mais elle peut se répéter dans des conditions plus simples, avec la lumière naturelle, lorsqu'on emploie un *biquartz à deux rotations*, comme dans l'expérience rappelée dans ma précédente Communication (*loc. cit.*, p. 1367): l'anomalie est exactement la même. Avec les *biquartz à axes croisés* (p. 1369), que j'ai employés dans mes observations, les conditions théoriques sont également réduites au maximum de simplicité ([2]); la même anomalie subsiste encore.

» L'une de mes premières préoccupations a donc été d'examiner ce désaccord apparent, non pas que la démonstration expérimentale de la loi à laquelle je suis parvenu pût en être infirmée (fondée sur la symétrie des deux systèmes latéraux, elle est indépendante de cette anomalie), mais pour

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 1121.

([2]) L'emploi d'un polariseur ne sert qu'à éliminer le rayon extraordinaire : le phénomène est visible sans analyseur; il le serait même sans polariseur, mais le champ serait lavé de blanc et l'observation moins facile.

ne pas laisser passer une difficulté touchant de si près le mode expérimental adopté.

» Le résultat de ces recherches préliminaires, qui ont embrassé des cas divers et nombreux, se résume en un théorème général dont voici l'énoncé:

» *Dans un système de franges d'interférences produites à l'aide d'une lumière hétérogène ayant un spectre continu, il existe toujours une frange achromatique qui joue le rôle de frange centrale et qui se trouve au point du champ où les radiations les plus intenses présentent une différence de phase maximum ou minimum.*

» Ce théorème, déduit d'abord de l'examen de cas très particuliers, est une simple conséquence de la constitution d'un système de franges d'interférences, de sorte qu'on peut en donner la démonstration indépendamment des phénomènes qu'il est destiné à expliquer.

» Soit b la distance des deux ouvertures (réelles ou fictives) qui livrent passage aux deux ondes réagissantes dont on observe l'interférence sur un tableau, à la distance D, en un point situé à la distance u du milieu géométrique du champ des franges rectilignes.

» Ces deux ondes, issues de la même source et d'égale intensité A_λ^2, ont une différence de phase φ, provenant de deux causes :

» 1° De la différence optique des chemins parcourus dans les divers milieux placés en avant des ouvertures : la différence de phase provenant de ce chef dépend de la couleur, c'est-à-dire de la longueur d'onde de la lumière employée; on la désignera, en général, par $F(\lambda)$;

» 2° De la différence de distance des ouvertures au point u du tableau ; la différence de phase correspondante est évidemment égale à $\frac{bu}{\lambda D}$, d'où l'on conclut

$$\varphi = F(\lambda) + \frac{bu}{\lambda D}.$$

D'après la règle de Fresnel, l'intensité au point u sera

$$I = A_\lambda^2 + A_\lambda^2 + 2A_\lambda . A_\lambda \cos 2\pi\varphi = 4A^2 \cos^2 \pi\varphi.$$

Avec la lumière blanche, on aura la superposition d'une infinité de semblables systèmes, de sorte que l'intensité en un point du champ sera représentée par la somme

$$I = 4 \Sigma A_\lambda^2 \cos^2 \pi\varphi,$$

le signe Σ renversé rappelant qu'on a à opérer une sommation d'effets physiologiques et non pas une sommation de quantités algébriques.

» S'il existe une *frange sensiblement achromatique*, c'est-à-dire telle que toutes les couleurs (au moins les plus intenses pour l'œil) soient altérées dans la même proportion, elle doit se trouver en un point u, tel que la valeur de φ soit indépendante de λ : ce qui impose la condition analytique

$$\frac{d\varphi}{d\lambda} = 0, \quad \text{ou bien} \quad F'(\lambda) - \frac{bu}{\lambda^2 D} = 0.$$

Cette condition (qui suppose implicitement que la variable λ ne présente aucune discontinuité) signifie que la *phase* au point cherché passe *par un maximum ou un minimum.*

» L'équation de condition ne contenant u qu'au premier degré, il existera toujours un semblable point définissant ainsi une ligne *neutre* ou *achromatique,* et il n'en existera qu'un seul : le théorème est donc démontré.

» *Propriétés de la ligne achromatique.* — 1° La fonction $F(\lambda)$ étant quelconque, la condition $\frac{d\varphi}{d\lambda} = 0$ est remplie d'une manière rigoureuse pour une certaine radiation λ, et d'une manière approximative seulement pour les autres; mais, avec les formes particulières de $F(\lambda)$ qu'on rencontre dans les expériences et dans les circonstances ordinaires d'observation, il arrive que, si cette condition est réalisée pour le rayon moyen du spectre (ou mieux pour le plus intense), elle est réalisée suffisamment pour toute l'étendue du spectre visible, les divergences sur les rayons extrêmes, c'est-à-dire les moins intenses, ne produisant que des colorations peu sensibles.

» 2° Ces divergences sont sensiblement annulées lorsque la valeur de φ est voisine d'un nombre pair ou impair de fois la fraction $\frac{1}{2}$, parce que $\cos^2 \pi\varphi$ passe alors par un maximum ou un minimum.

» 3° L'intensité de la lumière sur la ligne neutre est très approximativement égale à $4\cos^2\pi\varphi \sum A_\lambda^2$, puisque la valeur de φ est commune à toutes les radiations : elle peut prendre toutes les nuances de *gris incolore* comprises depuis le blanc parfait, valeur maximum égale à $4\sum A_\lambda^2$ jusqu'au noir complet, valeur minimum égale à zéro.

» 4° La frange qui englobe cette ligne neutre présente le minimum de colorations; on peut l'appeler la *frange achromatique;* dans les cas extrêmes, cette frange achromatique est *blanche* ou *noire* (à centre *blanc* ou *noir*).

» 5° Lorsque la frange achromatique est noire ou blanche, elle est sensiblement *frange centrale* du système, car la ligne neutre qu'elle contient est une ligne de symétrie des colorations de cette frange; en effet, toutes les couleurs ont leur maximum ou minimum d'intensité sur la ligne neutre,

car on a

$$\frac{dI}{du} = 4\pi \frac{b}{\lambda D} \Sigma A_\lambda^2 \, 2 \sin\pi\varphi \cos\pi\varphi = 0.$$

» Dans le cas général, au contraire, la frange achromatique est dissymétrique comme irisation.

» 6° Si l'expression de la phase φ contient un paramètre arbitraire, indépendant de λ et de u, la condition $\frac{d\varphi}{d\lambda} = 0$, et par suite la position de la ligne achromatique, en est indépendante. La variation continue de ce paramètre entraîne le déplacement continu des franges, mais n'altère pas la fixité de cette ligne achromatique qui reste toujours au milieu du système; la frange qui la traverse devient la frange achromatique et passe successivement par toutes les variétés indiquées ci-dessus.

Remarque. — L'analyse précédente montre l'inexactitude de la théorie adoptée jusqu'ici pour la détermination de la frange centrale; on cherchait en effet, comme l'indique la citation du début, le point du champ où la différence de phase d'une certaine couleur (rayon moyen) est nulle, $\varphi = 0$, condition toute différente de celle qui se déduit de l'analyse du phénomène; aussi ce point ne correspond-il pas à la frange centrale apparente, puisqu'il varie lorsqu'on choisit une autre couleur.

» L'erreur que l'on commettait provient d'une généralisation défectueuse de ce qu'on doit appeler une *frange centrale*. Dans le cas d'un système *normal* de franges (miroirs de Fresnel, trous d'Young, etc.), où la différence de phase se réduit à $\psi = \frac{bu}{\lambda D}$, le milieu du champ est occupé par une frange qu'on a prise comme type des franges centrales; en ce point, $u = 0$, la différence de phase est nulle quelle que soit la couleur; cette condition est double et conduit à deux généralisations différentes dans le cas où la différence de phase est une fonction plus complexe de la longueur d'onde.

» La première consiste à définir la frange centrale par la condition que la différence de phase soit nulle pour une couleur donnée (rayon moyen du spectre); mais cette définition, on l'a vu, ne répond pas au phénomène qu'on veut observer et conduit à des résultats en désaccord complet avec l'expérience.

» La seconde, que je propose, consiste à définir, non pas en réalité une frange centrale et symétrique, ce qui n'est pas possible en général, mais la *frange achromatique*, celle qui présente le minimum d'irisation : on a vu qu'elle existe toujours et que même, dans certains cas, elle est très sensiblement centrale et symétrique.

» Il est facile de voir que cette définition correspond véritablement au phénomène que les physiciens ont en vue et qu'elle conduit aux résultats mêmes de l'expérience.

» Je choisirai précisément l'exemple cité par M. Billet. Il suffit, pour le traiter, de connaître la valeur particulière de la phase φ dans l'expérience d'Arago-Fresnel. On trouve aisément ([1]) pour l'expression de l'intensité en un point quelconque u du champ

$$I = 4A_\lambda^2 \cos^2(\Omega + \alpha)\cos^2\pi\psi,$$

ou l'équivalent

$$I = A_\lambda^2[\cos(\Omega + \alpha + \pi\psi) + \cos(\Omega + \alpha - \pi\psi)]^2,$$

Ω étant l'angle des sections principales du polariseur et de l'analyseur et α l'angle dont le bloc de quartz fait tourner le plan de polarisation de la radiation λ. On sait, d'après la loi de Biot, que cet angle est proportionnel à la longueur e du quartz et à peu près en raison inverse du carré de λ

$$\alpha = \frac{He}{\lambda^2}.$$

» Je ne m'arrêterai pas à démontrer que ces formules rendent compte des *trois systèmes de franges* qu'on observe avec la lumière blanche : il suffit de remarquer que les deux systèmes latéraux ont respectivement pour équations

$$I = A_\lambda^2\cos^2(\Omega + \alpha + \pi\psi), \quad I = A_\lambda^2\cos^2(\Omega + \alpha - \pi\psi)$$

qu'on obtiendrait directement par la considération des ondes à vibration circulaire. La forme de ces équations est naturellement celle qui a été discutée plus haut, et la valeur de $\pi\varphi$ est précisément l'argument du cosinus : on remarquera, en passant, le paramètre arbitraire Ω indépendant de u et de λ dont il a été question et qui explique le déplacement des franges par la rotation de l'analyseur, leur variation continue de colorations, et malgré cela la fixité de la frange centrale apparente périodiquement blanche et noire.

([1]) Les deux faisceaux incidents polarisés ont pour amplitude A_λ; leur vibration, faisant l'angle Ω avec un axe arbitraire, fait l'angle $\Omega + \alpha$ après la sortie du quartz : la composante conservée par l'analyseur dont la section est dirigée suivant l'axe arbitraire sera $A_\lambda \cos(\Omega + \alpha)$. La différence de phase due à l'obliquité sur les ouvertures sera, comme plus haut, $\psi = \frac{bu}{\lambda D}$. La règle de Fresnel donne l'expression ci-dessus.

» La ligne achromatique est définie par la condition

$$\frac{d\alpha}{d\lambda} \pm \pi \frac{bu}{\lambda^2 D},$$

qu'on peut écrire

$$\frac{1}{\pi}\lambda\frac{d\alpha}{d\lambda} \pm \frac{u}{\frac{\lambda D}{b}} = 0.$$

Le dénominateur de u représente la largeur X d'une frange (définie par la condition $\psi = 1$). Si maintenant on substitue la dérivée de α, tirée de la loi de Biot,

$$\frac{d\alpha}{d\lambda} = -\frac{2He}{\lambda^3}, \quad \text{d'où} \quad \lambda\frac{d\alpha}{d\lambda} = -\frac{2He}{\lambda^2} = -2\alpha,$$

il vient, en définitive,

$$\frac{u}{X} \pm \frac{2\alpha}{\pi} = 0.$$

» *La ligne achromatique est donc distante du milieu du champ d'un nombre de franges égal au double du nombre de fois suivant lequel* 180° *est compris dans l'angle de rotation du quartz.*

» C'est le double de ce que prévoyait la théorie défectueuse, et c'est précisément ce que donne l'observation.

» L'anomalie prétendue n'existe donc nullement, et le phénomène est une conséquence de la loi de Biot [1]. »

CHIMIE. — *Réactions des sels de gallium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Dans l'extraction du gallium, j'ai souvent mis à profit la propriété que possède ce métal, d'être entraîné par le sulfure de zinc qui se précipite d'une solution acétique ou ammoniacale. Les lenteurs de cette opération,

---

(1) L'emploi d'une formule empirique plus exacte permet de serrer encore de plus près l'expérience : ainsi, en déterminant l'exposant ε de λ ($\varepsilon = -2$ dans la loi de Biot) par la condition de représenter le mieux possible les résultats de MM. Soret et Sarasin (*Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 818) dans l'étendue du spectre visible, on trouve $\varepsilon = -2{,}13$: la simplicité de la démonstration n'en est pas altérée, mais le facteur 2 est remplacé par 2,13. Ce chiffre, substitué dans les données numériques de M. Billet, donne pour la distance des franges achromatiques des deux systèmes le nombre $11 \times 2{,}13 = 23{,}4$, résultat aussi voisin que possible du chiffre observé, 24, eu égard à l'approximation qu'on est en droit d'attendre du phénomène, qui n'est appréciable qualitativement qu'à une frange près.

et les difficultés pratiques de l'élimination ultérieure de grandes masses de zinc, m'ont engagé à chercher d'autres réactions plus avantageuses.

» Voici quelques remarques, notées au cours de mes essais :

» 1° Le sulfure de cuivre, précipité d'une solution chlorhydrique acide, est exempt de gallium, mais il s'en charge sensiblement quand il se forme en liqueur acétique ou ammoniacale.

» 2° Les sulfures de manganèse et de fer entraînent le gallium en proportion notable.

» 3° Le sulfure d'argent entraîne du gallium lorsqu'il prend naissance au sein d'une liqueur ammoniacale.

» 4° Le sulfure d'arsenic se charge d'une quantité notable de gallium s'il est produit en solution acétique, mais non en solution chlorhydrique acide.

» 5° On empêche la précipitation des sels de gallium par l'ammoniaque (ou par le sulfure d'ammonium) en excès, si l'on additionne préalablement la liqueur d'acide tartrique. Mais la présence de l'acide organique ne s'oppose pas à l'entraînement du gallium par les sulfures métalliques.

» 6° Les sulfures de manganèse, d'arsenic et de fer sont les plus riches en gallium ; le plus pauvre paraît être celui de cuivre.

» 7° Quand on abandonne à froid pendant plusieurs mois (en flacons ordinaires ou en tubes scellés) une solution neutre d'alun de gallium, il se forme un dépôt blanc ne se dissolvant que lentement, même à chaud, dans l'acide sulfurique étendu ; l'acide chlorhydrique attaque ce sel basique plus rapidement. Les solutions neutres du sulfate simple se comportent comme celles de l'alun.

» 8° La chaux (1) et le peroxyde de fer, précipités par la potasse, à froid ou à chaud, en présence des sels de gallium, insolubilisent une quantité sensible de ce métal.

» 9° J'avais observé depuis longtemps que les sels de gallium donnent, avec le cyanoferrure de potassium, un précipité insoluble dans l'acide chlorhydrique ; je viens d'examiner de plus près cette réaction, qui est vraiment d'une grande sensibilité. Il faut opérer sur des liqueurs très acides, contenant environ $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de leur volume d'acide chlorhydrique concentré. Les lavages doivent être également faits avec de l'acide chlorhydrique étendu. L'eau pure exercerait une action dissolvante sur le précipité.

» Ainsi, une solution aqueuse contenant $\frac{3}{1000}$ de gallium ne se

(1) Dans la pratique, mélange variable de CaO et de CaO, CO^2.

trouble pas quand on y verse du prussiate jaune; mais l'addition d'un tiers de son volume d'acide chlorhydrique concentré fait naître aussitôt un précipité très épais.

» 10° En présence de masses considérables de sels d'alumine, la réaction du prussiate réussit très bien; elle n'est pas non plus empêchée par l'acide tartrique.

» 11° Quelques gouttes de cyanoferrure de potassium donnent, au bout de peu de minutes, un trouble sensible dans une solution chlorhydrique acide contenant $\frac{1}{115000}$ de gallium.

» Avec $\frac{1}{175000}$ de gallium, on obtient encore un léger trouble, bien visible après une ou deux heures de repos. Quand la proportion de gallium atteint $\frac{1}{600000}$, le précipité apparaît presque immédiatement et se dépose en grande partie dans les douze heures.

» Ces précipités, très volumineux, sont plus ou moins bleuis par suite de la formation de traces de bleu de Prusse; ils se filtrent bien, pourvu qu'on leur ait laissé le temps de se floconner et de commencer à se déposer. Je citerai, comme exemples, les trois essais suivants :

» A. Un demi-milligramme de gallium fut dissous dans 32^{gr} d'une liqueur contenant environ 3^{vol} d'eau et 1^{vol} d'acide chlorhydrique concentré. (La dilution était donc égale à $\frac{1}{64000}$). On ajouta quelques gouttes de prussiate jaune. Après quatorze heures de repos, filtration, lavages répétés à l'acide chlorhydrique étendu, calcination du filtre, attaque des cendres par le bisulfate de potasse au rouge, dissolution des sulfates dans l'eau, sursaturation par l'ammoniaque, ébullition prolongée; enfin, filtration du précipité d'oxydes. Le léger dépôt ainsi obtenu, étant dissous dans l'acide chlorhydrique et concentré jusqu'au volume d'une grosse goutte, donna un beau spectre de gallium.

» B. $\frac{22}{100}$ de milligramme de gallium dissous dans 25^{gr} d'eau très acide (la dilution était donc à peu près de $\frac{1}{114000}$) ont donné, par le cyanure jaune, un précipité qui fut filtré après trente-six heures de repos, puis traité comme ci-dessus (*voir* A). On a finalement obtenu un assez beau spectre de gallium.

» C. $\frac{18}{100}$ de milligramme de gallium ont été dissous dans $36^{gr},9$ d'eau acide (dilution, $\frac{1}{205000}$). On a filtré quarante-huit heures après l'addition du prussiate et on a traité comme pour A. Le spectre du gallium, très nettement obtenu, était d'intensité suffisante pour montrer qu'une faible partie des $\frac{18}{100}$ de milligramme avait pu seule échapper à la recherche.

» 12° S'il existe dans une liqueur peu de gallium et beaucoup d'acétate acide d'ammoniaque ou de soude, l'ébullition ne provoque pas le dépôt

du Ga^2O^3, ou n'en sépare qu'une faible quantité, même après dilution de la liqueur.

» 13° Les solutions *étendues* d'acétate acide de gallium, modérément riches en acétate d'ammoniaque, se troublent à chaud, abandonnant, par l'ébullition, la plus grande partie de l'oxyde, dont il reste toujours cependant des traces sensibles dans la liqueur. Celle-ci, légèrement sursaturée par AzH^3, et longuement bouillie, ne laisse déposer qu'une partie de Ga^2O^3 qu'elle avait retenu lors de l'ébullition en présence de l'acétate acide d'ammoniaque.

» 14° Une solution acide et étendue de Ga^2Cl^6 n'est pas précipitée à froid par l'acétate d'ammoniaque un peu acide. En liqueur concentrée, une partie du gallium peut se séparer, même à basse température.

» 15° Les sels de gallium à acides forts, tels que HCl, SH^2O^4, $AzHO^3$, étant sursaturés par AzH^3, puis longuement bouillis, abandonnent leur Ga^2O^3. La présence des sels d'alcalis fixes à acides forts est sans influence sur ce résultat.

» 16° Pendant le travail d'extraction du gallium, on a souvent l'occasion d'attaquer des masses considérables de papier à filtres par l'eau régale bouillante. Si l'on a soin d'étendre d'eau avant de filtrer, on obtient des liqueurs qui laissent fort bien se précipiter leur Ga^2O^3 par ébullition, après sursaturation ammoniacale, de même que par les carbonates de baryte et de chaux. Je n'ai du moins jamais éprouvé ainsi de perte appréciable.

» 17° Le carbonate de baryte sépare complètement le Ga^2O^3 à froid, mais le précipité contient une assez notable quantité de zinc quand ce métal existait dans la solution primitive. J'ai autrefois signalé cet inconvénient. Sous ce rapport, je préfère le carbonate de chaux, qui précipite fort bien le gallium, mais entraîne moins rapidement le zinc.

» 18° On précipite aisément et complètement l'oxyde de gallium en traitant à chaud sa solution *acide*, d'abord par du sulfite de soude (afin de réduire les persels de fer), puis par du carbonate de soude jusqu'à presque, *mais non complète*, saturation; enfin, par un petit excès de carbonate de chaux. Après cessation de l'effervescence, peu de minutes d'agitation modérée suffisent pour assurer la séparation du Ga^2O^3.

» 19° Les liqueurs très complexes provenant de l'attaque des blendes par l'eau régale peuvent être fort avantageusement réduites au moyen du fer métallique. Le fer est moins coûteux que le zinc et donne des produits bruts beaucoup plus purs.

» J'espère être prochainement en mesure de soumettre à l'Académie les

premiers rudiments de l'analyse des composés du gallium, restreignant pour le présent mon étude à la séparation des corps qui accompagnent ordinairement le gallium dans les minerais connus jusqu'ici. »

MÉMOIRES LUS.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un gisement de Rennes auprès de Paris.* Note de M. A. Gaudry.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« Je demande à l'Académie la permission d'appeler son attention sur la découverte d'un gisement de Rennes tout près de Paris, à Montreuil. Dans le mois de février dernier, un paléontologiste de Buenos-Ayres, M. Ameghino, présenta à la Société géologique de France un Mémoire sur le diluvium de Chelles, qui est synchronique de celui de Montreuil, rendu célèbre par les travaux de M. Belgrand. M. Gaston Vasseur annonça alors que, il y a plusieurs années, il avait trouvé au sommet de Montreuil un gisement de Mammifères quaternaires, très différent de celui dont on devait la connaissance à M. Belgrand. MM. Carez, Monthiers, Dollfus avaient rencontré des ossements dans la même place. Les espèces des animaux n'avaient pas été déterminées. M. Vasseur m'abandonna généreusement, pour le Muséum, le produit de ses recherches. Je fus très frappé de voir que presque tous les échantillons étaient des débris de Rennes, et je pensai que, si l'on entreprenait des recherches suivies, il pourrait en résulter des révélations intéressantes pour l'histoire des temps quaternaires.

» Depuis plusieurs mois, M. Morlet, préparateur de Paléontologie au Muséum, a bien voulu se charger de recueillir les fossiles du sommet de Montreuil, au fur et à mesure que les travaux d'exploitation les ont mis à découvert. Voici la liste de ces fossiles :

» Rares morceaux d'un Éléphant indéterminé.

» Dents et ossements de *Rhinoceros tichorhinus*.

» Dents et ossements d'un *Equus*.

» Ossements de Bison.

» Plus de cinq cents débris de bois et ossements divers de Rennes, jeunes ou vieux ; il y a une cinquante de bois avec leur base ; je n'ai remarqué aucun bois de mue.

» Nombreuses coquilles d'eau douce qui, suivant M. Fischer, aide-naturaliste de Paléontologie au Muséum, appartiennent à une dizaine d'espèces réparties entre les genres *Limnœa, Planorbis, Valvata* et *Pisidium*.

» Les os sont aussi brisés que dans les abris sous roche de l'âge du Renne; pourtant, je n'y ai pas aperçu de traces de l'action de l'homme.

» Le terrain où sont les fossiles paraît avoir rempli le lit d'une rivière, qui s'était fait un passage d'environ 25^{m} de large dans l'étage des marnes vertes; j'en ai pris la coupe ci-dessous :

» 1° Couche inférieure située à la cote 100^{m}, formée de limon argileux, blanchâtre, mêlé de brun, avec gros blocs de meulières; quelques coquilles; c'est là le gisement des os; il a l'apparence d'un dépôt opéré très lentement : 1^{m} d'épaisseur.

» 2° Diluvium qui a l'aspect d'un dépôt de rivière d'un courant assez rapide; il est formé de sable gris, avec petits cailloux et quelques gros blocs de meulières; c'est là surtout que se trouvent les coquilles : 1^{m} d'épaisseur.

» 3° Couche supérieure de limon, sans os et sans coquilles : 1^{m},50.

» Tous les fossiles provenant de la cote 100^{m} présentent un curieux contraste avec ceux qui ont été observés par M. Belgrand à une demi-lieue de là, dans le bas de Montreuil, à la cote 53^{m}, et avec ceux que MM. Chouquet et Ameghino ont découverts à Chelles : au lieu du *Rhinoceros Merckii*, de l'*Elephas antiquus*, de l'Hippopotame et des Ruminants du genre Cerf, qui indiquent un climat chaud, on voit le *Rhinoceros tichorhinus* et des Rennes, qui annoncent un climat froid. Les coquilles sont aussi fort différentes; une de celles du gisement supérieur est une Valvée d'espèce nouvelle qui, d'après M. Fischer, n'a d'analogie qu'avec la *Valvata sibirica*, vivante en Sibérie, et avec la *Valvata macrostoma* du nord de l'Allemagne et des pays scandinaves.

» Il ne me semble pas possible de supposer que le gisement de Rennes, à la cote 100^{m}, appartienne à la phase appelée *âge du renne*, car les dépôts de cet âge ont été formés après le creusement des vallées; or, l'inspection des lieux et les restes des nombreux Mollusques de rivière ou de lac indiquent un gisement qui a été formé lorsque le creusement de la vallée de la Seine était encore peu avancé.

» Tous les géologues savent qu'en Angleterre il y a, au-dessus du *forest-bed*, le *boulder-claz*, qui représente ce qu'on appelle la grande époque glaciaire; on n'étudie pas les falaises du Norfolk, près de Cromer ou d'Happisburgh, sans être impressionné par l'importance des dépôts du boulder-claz. Nous ignorions, jusqu'à présent, ce qui s'est passé à Paris pendant la durée des phénomènes glaciaires que les savants anglais ont si bien décrits dans le Norfolk, le pays de Galles et l'Ecosse. Aujourd'hui, je pense que le gisement du haut de Montreuil, à la cote de 100^{m}, est un des représentants

de la grande époque glaciaire du boulder-claz. La présence du Renne ne saurait étonner, car on a signalé cet animal en Ecosse au-dessous du boulder-claz.

» Si ma supposition est exacte, on pourrait, d'après les données paléontologiques, tracer ainsi l'histoire des temps quaternaires dans le bassin parisien :

» 1° Phase chaude : dépôts de Saint-Prest; *Elephas meridionalis;* transition entre le monde tertiaire et le monde quaternaire.

» 2° Grande phase glaciaire : dépôt au sommet de Montreuil, à la cote 100^{m}; troupeaux de Rennes, *Rhinoceros tichorhinus.*

» 3° Phase chaude : diluvium en bas de Montreuil, à la cote 53^{m}; *Hippopotame, Cerfs, Rhinoceros Merckii, Elephas antiquus.* Peut-être les figuiers et les lauriers de La Celle, près Moret, signalés par MM. Chouquet, de Saporta et Tournouër, appartiennent-ils à la même phase.

4° Phase tempérée : diluvium des bas niveaux de Grenelle et de Levallois-Perret, à la cote 30^{m}; *Elephas primigenius.* Le *Rhinoceros tichorhinus* et le Renne sont revenus. Mélange d'espèces chaudes et d'espèces froides.

» 5° Retour momentané du froid : âge du Renne; les Rhinocéros ont disparu.

» 6° Climat actuel : âge de la pierre polie. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur le rôle des failles dans la structure géologique des Alpes occidentales;* par M. Ch. Lory.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un ensemble de six feuilles de la Carte de France, à $\frac{1}{80000}$, coloriées géologiquement et accompagnées de nombreux profils, conformément aux résultats de mes explorations, pour le service de la *Carte géologique détaillée de la France.*

» Ces six feuilles appartiennent à la région des Alpes du Dauphiné et de la Savoie, et présentent un spécimen complet des terrains de cette région. Elles comprennent, notamment, presque toutes les localités sur lesquelles ont porté, pendant près d'un demi-siècle, des discussions qui n'avaient pas seulement un intérêt régional, car elles tendaient à mettre en question la généralité du principe fondamental de la Géologie stratigraphique, formulé par Alexandre Brongniart, celui de la reconnaissance des terrains par leurs fossiles caractéristiques.

» Aujourd'hui, ces difficultés sont levées, et les travaux que je poursuis

depuis plus de trente ans, dans cette partie des Alpes, ont contribué à mettre de plus en plus la série des terrains de cette région en harmonie avec celle des contrées classiques les mieux connues. Ils m'ont conduit aussi à reconnaître des caractères particuliers de sa structure, desquels résultent des explications simples de plusieurs problèmes de la Géologie alpine, et qui font de cette région des Alpes françaises un type remarquable, au point de vue de la théorie des montagnes, en général, et aussi au point de vue des conditions spéciales dans lesquelles divers terrains y ont été formés.

» La Carte que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie montre, comme je l'ai établi depuis plus de quinze ans, que les traits fondamentaux de la structure des Alpes occidentales consistent en de grandes lignes de fractures, de grandes *failles,* dont quelques-unes peuvent être suivies sans interruption à travers le Dauphiné, la Savoie et le Valais. Tous les plissements et redressements des couches, les saillies orographiques les plus prononcées, sont des accidents bien moins étendus en direction et subordonnés à ces grandes fractures.

» Depuis les premiers gradins calcaires du versant français, toutes les failles importantes sont de même sens et relèvent la série des terrains par gradins successifs, jusqu'à celle qui, à Saint-Michel en Maurienne, ou encore au col du petit Saint-Bernard, fait surgir le grand massif des grès à anthracite. Mais de l'autre côté de ce massif, à Briançon, à Modane, etc., la compensation s'établit par une grande faille inverse, qui abaisse l'ensemble des terrains vers l'Italie. Cette grande bande de *grès à anthracite,* que l'on peut suivre depuis les environs de Guillestre (Hautes-Alpes) jusqu'à ceux de Sion en Valais, forme ainsi la *clef de voûte* de l'édifice alpin ; et si, aujourd'hui, elle n'en est pas la partie la plus saillante, il n'est pas improbable de supposer que cela peut provenir des dégradations auxquelles, par la nature de ses roches comme par sa position, elle a dû être exposée plus que toute autre.

» Ces grandes failles divisent actuellement les Alpes occidentales, dans le sens de la longueur, en plusieurs *zones* longitudinales, différentes les unes des autres par leurs caractères orographiques, et distinctes aussi par les caractères des terrains qui les constituent.

Plusieurs étages sont spéciaux à telle ou telle zone, ou présentent, en passant d'une zone à une autre, des variations brusques d'épaisseur et de caractères pétrographiques. Ainsi, le grand étage de *grès à anthracite* est propre à la troisième zone, limitée à l'Est par la faille de Modane et à l'Ouest par celle de Saint-Michel. Le *trias* montre des variations extraordi-

naires d'épaisseur et d'aspect, qui sont aussi en relation avec les diverses zones : toujours mince dans la première zone alpine, où il manque souvent, il présente, dans la troisième zone, le développement le plus considérable de son étage inférieur, celui des grès blancs ou bigarrés, dits *quartzites;* et, d'autre part, le développement extraordinaire de son étage supérieur, avec l'aspect de *schistes gris lustrés*, atteignant plusieurs milliers de mètres d'épaisseur, est propre à la quatrième zone alpine, et à la partie nord de la deuxième, commençant près de Moutiers. Enfin le terrain crétacé et les étages jurassiques moyens caractérisent la zone des chaînes subalpines, et se terminent brusquement, avec leur puissance maxima, au bord même de la faille passant à peu près par Grenoble, Albertville et Sallanches.

» Ces arrêts ou ces variations brusques de développement, au bord des failles, ne sauraient s'expliquer par des dénudations. Il faut admettre que des dépôts sédimentaires extrêmement puissants, de 1500^m ou 2000^m d'épaisseur, et même plus, ont été limités, pendant toute la durée de leur formation, à des plans qui ne pouvaient pas être bien éloignés des failles actuelles. Si l'on développait sur un plan horizontal les couches aujourd'hui inclinées ou plissées des diverses zones des Alpes occidentales, les traces des failles actuelles qui les limitent se trouveraient nécessairement plus distantes les unes des autres, mais conserveraient sensiblement les mêmes orientations, et l'on aurait ainsi une représentation approchée de l'étendue et de la largeur des bassins anciens où les failles, peu différentes de position des failles actuelles, ont dû, par un jeu tranquille et sans secousses violentes, pendant de longues périodes, faire l'office de rivages à peu près invariables de position, pour des milliers de mètres de couches superposées.

» Tous les terrains de cette région contiennent, à divers niveaux, des dépôts qui n'ont pu se former que dans des eaux peu profondes. Pour réaliser cette condition, il a fallu des affaissements lents et progressifs, en harmonie constante avec l'entassement des dépôts. Quelquefois, des alternances de conglomérats grossiers, à blocs à peine roulés, paraissent attester un jeu moins tranquille des failles, ou des falaises rocheuses au bord du bassin : le trias supérieur de la deuxième zone, dans la Tarentaise, présente cette particularité. D'autres fois, au contraire, une longue suite de dépôts fins, sans trace de cailloux roulés, ni même de sables grossiers, atteste la tranquillité parfaite de l'affaissement, des rivages constamment bas et sans falaises : il a dû en être ainsi pendant la série de périodes que représente

l'accumulation des dépôts jurassiques et crétacés (depuis le *kellowien* jusqu'au *sénonien* supérieur), sur 2000^{m} au moins d'épaisseur, au bord de la grande faille qui correspond aujourd'hui à la vallée de l'Isère et qui limitait à l'O.-N.-O. la région alpine déjà émergée. Le fait est d'autant plus remarquable que cette longue série de dépôts présente de grandes lacunes, attestant des intermittences considérables dans la formation des sédiments.

» Il me semble résulter, de ces considérations, quelques notions nouvelles sur le jeu lent et tranquille des grandes fractures du sol, durant de longues périodes, et sur le rôle qu'elles paraissent avoir joué, comme rivages, dans les anciens bassins géologiques des régions de montagnes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MINÉRALOGIE. — *Sur la cristallisation des sulfures de cadmium et de zinc.* Note de M. **P. Hautefeuille**, présentée par M. Daubrée.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

« La reproduction de la greenockite et celle de la wurtzite, espèce découverte par M. Friedel, sont faciles à réaliser, puisqu'il suffit, d'après MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, de porter les sulfures de cadmium et de zinc amorphes à une température élevée pour les minéraliser. Mais les cristaux hexagonaux de sulfure de cadmium préparés ainsi ne portent aucune modification permettant de s'assurer que les dimensions de la forme primitive du produit artificiel sont les mêmes que celles de la greenockite. J'ai pensé que l'absence de facettes inclinées sur l'axe du prisme pouvait être liée à l'antihémiédrie signalée sur les cristaux naturels. Car, comme la calamine électrique, dont les cristaux sont implantés sur une gangue presque toujours par la même extrémité, le sulfure de cadmium cristallisé pouvait adhérer aux parois des vases par les faces d'un pointement opposé à la base p, visible seulement sur des cristaux complets.

» L'artifice que j'ai employé pour obtenir des cristaux prismatiques terminés à leurs deux extrémités par des faces brillantes est simple et susceptible de nombreuses applications : il consiste à effectuer la cristallisation à la surface d'une couche d'alumine pulvérulente. Je place le sulfure de cadmium amorphe au fond d'un creuset de porcelaine de $0^{m},10$ de hauteur environ et j'achève de le remplir avec de l'alumine légèrement calcinée. Le

creuset de porcelaine, protégé par un creuset de plombamine, est chauffé dans des conditions telles que le sulfure amorphe éprouve la volatilisation apparente décrite par MM. H. Sainte-Claire Deville et Troost, et que ce sulfure vienne se déposer à la surface de l'alumine.

» L'opération bien conduite fournit des cristaux isolés et souvent terminés d'une manière différente aux deux extrémités de l'axe principal, ainsi que cela s'observe sur la greenockite : les pyramides $b^{\frac{1}{2}}$ et b^1 de cette espèce se retrouvent sur les cristaux obtenus par la voie sèche, et l'identité des formes primitives peut s'établir par des mesures goniométriques ([1]).

» Par ce procédé, la blende hexagonale s'obtient aussi en cristaux isolés et terminés par des faces bien réfléchissantes. En variant les conditions de la cristallisation du sulfure de zinc, j'ai pu préparer quelques cristaux présentant le même mode d'hémiédrie que ceux de greenockite. Une extrémité porte, en effet, la base p, tandis qu'une autre extrémité porte un pointement formé par les faces $b^{\frac{1}{2}}$ très développées ou par les faces $b^{\frac{1}{2}}$, b^1 et p. Les prismes de wurtzite se juxtaposent souvent bout à bout, mode de groupement qui masque souvent la dissymétrie des deux extrémités de l'axe principal. Ces prismes sont striés perpendiculairement aux arêtes des pans; l'examen au microscope montre qu'ils sont formés de lamelles hexagonales accolées par leurs bases et distinctes les unes des autres, parce qu'elles restent libres par leurs bords, l'une des bases au moins portant une ceinture de facettes. Cette structure d'agrégation est plus apparente encore sur les coupes parallèles à l'axe principal, les lamelles sectionnées ne présentant pas toutes la même couleur lorsqu'on les examine entre les nicols croisés d'un microscope.

» Sur les cristaux préparés avec de la blende naturelle contenant toujours des sulfures étrangers ([2]), les dépôts successifs n'ont rigoureusement ni la même composition ni la même couleur; ils agissent surtout différemment sur la lumière polarisée. La structure accidentelle des cristaux de

---

([1]) L'influence de la nature du milieu et de la température sur la forme de ces cristaux est très grande; je ne sais cependant pas encore si les cristaux d'apparence rhomboédrique ne sont pas des cristaux hexagonaux irrégulièrement développés.

([2]) Je donnerai, dans une Note spéciale, les procédés que j'emploie pour constater la nature des sulfures étrangers contenus dans la blende naturelle; je décrirai les couleurs et les formes des cristaux de sulfure de zinc obtenus par la voie sèche en présence de quelques sulfures fixes ou volatils.

blende zonée peut donc s'observer aussi sur la seconde forme du zinc sulfuré.

» Je n'ai pas observé de prisme triangulaire ni même un développement inégal de l'un des deux prismes hexagonaux qui coexistent si souvent sur les cristaux de sulfure de zinc : les faces de la zone du prisme ne manifestent donc pas le mode d'antihémiédrie propre aux aiguilles de tourmaline. L'hémiédrie, avec les caractères que nous lui avons trouvés sur nos cristaux, montre que les facettes du pointement n'appartiennent pas à des formes birhomboédriques, mais à des formes hexagonales et, par suite, que les cristaux de wurtzite possèdent bien la symétrie sénaire.

» J'ai établi, dans une Note précédente, que les formes de la blende zonée diffèrent de celles de la blende octaédrique plus confusément maclée, et que la symétrie rhomboédrique de la blende zonée rapproche la forme de la blende de celle de la wurtzite : il pouvait donc être intéressant de transformer la blende zonée en blende hexagonale. J'ai soumis cette blende, pour laquelle on connaît la direction de l'un des axes d'élasticité optique, à un recuit analogue à celui que MM. Fouqué et Michel Lévy utilisent pour obtenir des minéraux aux dépens d'une matière vitreuse homogène. Cette opération, faite avec ménagement au rouge vif, n'altère pas la structure zonée du minéral, bien que le sulfure acquière ainsi les propriétés de la wurtzite. Les cristaux de nouvelle formation appartiennent à cette dernière espèce, et ils ont tous leur axe principal perpendiculaire au plan des couches, c'est-à-dire que l'axe du prisme hexagonal de wurtzite coïncide avec l'axe de transposition de la blende; mais cette relation de position n'a pas un caractère d'absolue nécessité, car les lamelles d'une orientation différente, dont nous avons constaté la présence même dans la blende zonée, concourent à former des prismes qui sont également perpendiculaires au plan des couches. La cristallisation déterminée par l'action de la chaleur ne laisse donc pas subsister les cristaux provenant des lamelles les moins nombreuses. La transformation de la blende en wurtzite se réduit-elle, comme on serait tenté de le supposer, à supprimer les lamelles hémitropes susceptibles d'atténuer le faible pouvoir biréfringent de la wurtzite? S'il en était ainsi, les lamelles hexagonales, en s'associant, pourraient fournir, dans le cas de la prédominance d'un des systèmes de lamelles, quelques cristaux possédant la symétrie sénaire. Les cristaux de blende zonée que j'ai observés jusqu'à ce jour paraissent avoir les clivages et les facettes exigés par la symétrie rhomboédrique.

» Il résulte de ces observations que les cristaux élémentaires qui com-

posent la blende zonée s'orientent sous l'influence d'un recuit prolongé, de manière que les cristaux résultant de leur association passent de la symétrie rhomboédrique à la symétrie hexagonale.

» Les cristaux de blende cubique subissent aussi, dans les mêmes conditions, des modifications moléculaires, car les phénomènes de polarisation s'y manifestent. Jusqu'ici, mes expériences n'ont pas été suffisantes pour démontrer que, dans ce cas, la symétrie nouvelle acquise par le recuit est bien la symétrie hexagonale : je me propose de poursuivre cette étude. »

ASTRONOMIE. — *Sur la concordance de la courbe des taches solaires avec les actions résultant du mouvement excentrique des grosses planètes.* Note de M. DUPONCHEL. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Faye, Puiseux, Jordan).

« Il y a plus de trois siècles qu'on s'occupe de rechercher, sans avoir pu les découvrir, les causes et les lois de la variation des taches solaires. Le problème serait inextricable, si l'on devait considérer comme exactes, dans les limites d'erreur qu'il leur a assignées, les observations recueillies par M. Wolf depuis 1608 jusqu'à nos jours. La solution en devient, au contraire, des plus simples, si l'on admet, dans les anciennes observations, non seulement des erreurs de quelques années en plus ou en moins dans la date des points saillants de la courbe, mais la confusion d'une saillie accidentelle avec la saillie générale, ayant amené la suppression d'un point haut vers 1666 et l'intercalation fautive d'un autre point haut vers 1757,5. Cette hypothèse n'a rien que de très plausible, si l'on considère combien est dentelé le profil de la courbe des taches, tel qu'il résulte des observations si nombreuses et si exactes qui se font de nos jours.

» Ces deux erreurs, se compensant quant au nombre total, n'altèrent point la durée moyenne des oscillations, et il est aisé de reconnaître qu'elle n'est point de $11^{ans},2$, comme on le prétend de nos jours, mais bien exactement de $11^{ans},85$, durée de la révolution de Jupiter. Du premier minimum, observé en 1610,8, au dernier, constaté à la date de 1878,3, on trouve, en effet, $267^{ans},5$ pour un ensemble de 24 ondulations, soit une moyenne de $11^{ans},76$. Si l'on se borne à comparer les 20 ondulations comprises entre les minima de 1619 et de 1856,2, on obtient plus exactement encore une durée moyenne de $11^{ans},86$.

» Il y a donc tout lieu de supposer, comme l'avait admis W. Herschel,

que la durée du phénomène est réellement liée à celle de la révolution de Jupiter, et il est facile de démontrer que les perturbations de la courbe sont en rapport nettement caractérisé avec la durée de révolution des trois grosses planètes supérieures, chacune d'elles agissant avec un coefficient particulier, qui dépend de son excentricité et plus encore de la durée de révolution, compensant et au delà l'infériorité de volume et le surcroît de distance.....

» ..... Si ma formule ne représente pas toute la vérité, elle paraît s'en rapprocher autant que le permet l'indétermination des données pratiques qui lui ont servi de base; elle est, à tout prendre, plus exacte pour la marée quadruple, résultant des actions planétaires sur l'atmosphère du Soleil, que ne l'est la formule théorique de l'action binaire de la Lune et du Soleil pour l'explication des marées de l'Océan. Les corrections qu'il y aura à lui faire subir ne pourront résulter que d'une étude plus approfondie des détails d'observation, dans le passé et dans l'avenir. »

VITICULTURE. — *Sur l'œuf d'hiver du Phylloxera.* Note de M. **P. de Lafitte.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« M. V. Mayet, dans une Note insérée au *Compte rendu* de la séance du 7 novembre dernier (p. 689), émet l'opinion que l'œuf d'hiver « n'est » pas d'habitude déposé sur le premier cep venu », mais qu'il existe des lieux d'élection reconnaissables « aux galles qui couvrent les feuilles » chaque année ». M. Mayet demande qu'un traitement « *restreint aux* » *souches susceptibles de porter l'œuf d'hiver* » soit appliqué à la vigne. L'idée me semble dangereuse, et je crois utile de revenir une fois de plus sur ce sujet.

» L'insecte né de l'œuf d'hiver vit exclusivement sur les feuilles [1], mais rien ne prouve, jusqu'ici, qu'il y produise nécessairement une galle. Le Phylloxera du chêne vit des feuilles seules et n'y produit jamais de galle; chez le Phylloxera de la vigne même, l'insecte ailé vit des feuilles seules, pond, et ne fait jamais de galle. L'absence de galle prouve donc, non qu'il n'y a pas eu d'œuf fécondé sur le cep où elles manquent, mais que la nature de la feuille ne se prête pas à la production de cette excroissance par l'action particulière du Phylloxera. Il y a mieux : dans des régions où

---

[1] Boileau, *Comptes rendus*, 2e semestre 1876.

la vigne américaine n'existait pas, où l'on n'a jamais observé de galles, on a vu se produire, en tout aussi grand nombre, ces taches avancées qui apparaissent à 15^{km} ou 20^{km} de toute tache connue, et ne s'expliquent encore que par la migration d'essaims; sur un même vignoble, on voit constamment se produire des taches secondaires isolées, très nettement circonscrites, et celles-ci encore ne peuvent, pour le plus grand nombre, être attribuées qu'à des essaims. Or, entre l'ailé et l'aptère des racines, l'œuf d'hiver est un intermédiaire obligé. Il semble donc bien que cet œuf soit répandu partout, sans qu'il existe de lieu d'élection proprement dit.

» Si un cep présente des galles à profusion, tandis qu'un autre cep n'en montre aucune, on ne peut pas conclure que les œufs d'hiver étaient plus nombreux sur le premier, mais seulement que la feuille du premier s'est prêtée à la formation des galles, tandis que la feuille du second s'y est refusée. Si les galles sont « éparses sur les vignes françaises » et si les plants américains semblent les montrer « groupées en un même point », c'est que pour les vignes françaises, fût-ce dans la même variété, la feuille propice à la formation des galles est la grande exception, et que c'est, au contraire, le cas général pour quelques variétés américaines. Je pense donc qu'il serait très imprudent de restreindre un traitement à des ceps choisis d'après quelque vue systématique, mais qu'il faut l'appliquer au vignoble entier, si l'on veut obtenir un bon résultat.

» Les galles, disons les œufs d'hiver, qu'on rencontre une année sur certaines vignes et qu'on n'y trouve pas l'année suivante, ne révèlent nullement des *pontes égarées*, mais probablement la loi même qui gouverne les transformations de l'insecte. Il existe, en effet, des raisons, je ne dis pas péremptoires, mais très sérieuses, de considérer la famille (ce mot pris au sens littéraire) entière du Phylloxera comme formée de deux branches dont l'essaimage a lieu les *années paires* pour l'une, les *années impaires* pour l'autre. Toute tache avancée et de formation récente est due exclusivement à l'une ou à l'autre de ces deux branches; et, en attendant que la seconde branche vienne s'y superposer à la première, l'essaimage ne s'y fait que d'année entre autre.

» Sans insister sur ces notions que j'ai développées ici même [1], je les appuierai d'un nouvel exemple. M. Mayet visitait une collection de vignes américaines dans un jardin dépendant de la propriété de Montgiraud, chez M. de Saint-Quentin [2]; après avoir exploré vainement plusieurs souches

---

(1) *Note sur l'essaimage du Phylloxera;* 6 décembre 1880.

(2) Voir le *Messager agricole* du 10 juillet 1881, p. 254.

pour y chercher le Phylloxera, M. Mayet allait abandonner la partie, lorsqu'on lui signala un cep qui avait présenté des galles *l'été dernier*, en 1880. Le premier coup de pioche fit voir des racines couvertes d'insectes. Voilà une tache avancée, *naissante* si je puis dire; les galles qu'on y aurait observées deux années de suite seraient une objection grave à notre théorie, et il ne faudrait pas beaucoup de faits semblables pour la compromettre. Ces mots, l'été dernier, semblaient bien dire qu'il n'y avait pas de galles cette année; cependant, préoccupé de cette observation, j'écrivis vers le milieu d'octobre à M. de Saint-Quentin, qui me fit l'honneur de me répondre (en m'autorisant à faire usage de sa lettre) : « .... C'est l'un de ces derniers (un pied provenant d'une graine de vialla, c'est-à-dire un petit-fils » de clinton) qui a été couvert de galles en 1880 et de Phylloxeras en » 1881...; il n'a pas eu une seule galle aux feuilles cette année. » C'est cela même! L'*essaimage impair* seul existe à Montgiraud. Les essaims sont sortis cette année, et les galles reviendront l'année prochaine, à moins qu'une opération quelconque ne détruise sur ces vignes tous les œufs fécondés provenant de ces essaims, ce qui serait extrêmement regrettable, parce que l'observation attendue vaudrait bien plus que la vigne elle-même. Puis les galles continueront à s'y montrer d'année entre autre, jusqu'à ce que l'*essaimage pair* vienne à son tour du dehors, et, à partir de ce moment, il y en aura chaque année.

» Est-il bien sûr que ce soit *du dehors* que viendra l'*essaimage pair?* Peut-être non : si l'année qui suit celle d'un essaimage est exceptionnellement favorable, la transformation pourrait, à tout prendre, se faire sur quelque insecte précoce provenant de cet essaimage; si l'année suivante est exceptionnellement défavorable, quelque insecte tardif pourrait être contrarié par les premiers froids, et la transformation s'accomplira la troisième année seulement, sur un de ces descendants. Dans l'un et l'autre cas, l'*essaimage pair* se formerait de l'*impair* et sur place. Que cela puisse ou non avoir lieu, si on se laisse troubler par de telles anomalies, les lois générales échapperont toujours.

» Il resterait beaucoup à dire sur la Note de M. Mayet et à côté de cette Note; l'occasion de le faire pourra revenir. »

M. P. **Laville** adresse un complément à son Mémoire intitulé : « La somme et la différence de deux carrés ne peuvent être des carrés ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

M. S. **Motheré** demande l'ouverture d'un pli cacheté qui a été déposé par lui dans la séance du 11 mai 1868.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient une Note accompagnée de figures et portant pour titre « Signaux électriques destinés à prévenir les collisions sur les chemins de fer, en annonçant spontanément, à une distance quelconque, la présence des trains en avant et en arrière ».

(Renvoi à la Commission nommée pour les questions relatives aux chemins de fer).

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure publiée par le Ministre de l'Agriculture et du Commerce d'Italie, à l'occasion de l'Exposition internationale d'électricité, et portant pour titre « Bibliografia italiana di elettricita e magnetismo », par MM. *R. Rossetti* et *G. Cantoni*;

2° Une Notice biographique sur les médaillons de la nouvelle École de Pharmacie de Paris, par M. *E. Dupuy*.

3° La quatrième édition du « Traité sur l'art de faire le vin », par M. *Ladrey*.

ASTRONOMIE. — *Eléments de l'orbite et éphéméride de la planète (217), Eudore.* Note de M. O. Callandreau, présentée par M. Mouchez.

« La planète (217), Eudore, a été découverte le 30 août 1880 par M. Coggia, à Marseille; elle était alors en opposition et près du périhélie. Les éléments d'une orbite provisoire se trouvent dans les *Comptes rendus*, t. XCI, p. 718.

» Les étoiles de comparaison ayant été observées en partie, on a repris le calcul des éléments; il était d'autant plus nécessaire de le faire que plusieurs des étoiles de comparaison étaient mal déterminées.

» Les valeurs des éléments qui résultent du nouveau calcul sont les suivantes :

Époque 1880, septembre 13,5; temps moyen de Berlin.

$$\begin{aligned} M &= 17^\circ.24'.41'',0 \\ \omega &= 150.53.45,5 \\ \Omega &= 164.\ 0.31,0 \\ i &= 10.16.11,9 \\ \varphi &= 17.51.32,8 \\ \mu &= 727'',537 \\ \log a &= 0,458768 \end{aligned} \qquad \left.\begin{matrix} \omega \\ \Omega \\ i \end{matrix}\right\} 1880,0$$

Ces valeurs diffèrent notablement des valeurs provisoires.

» L'éphéméride ci-après a été calculée en vue de la recherche de l'astre. La grande excentricité de l'orbite fait que la planète est déjà très faible; il serait très utile de la retrouver.

Positions apparentes de la planète (217), Eudore.

Minuit. Temps moyen de Berlin.	Ascension droite.	Distance polaire.	log *r*.	log Δ.
	h m s	° ′		
1881. Novembre 23...	6.44.29	+ 9.56,4	0,5221	0,4015
24...	6.43.56	+ 9.55,0		
25...	6.43.21	+ 9.53,5		
26...	6.42.45	+ 9.52,2		
27...	6.42. 8	+ 9.51,0	0,5233	0,3971
28...	6.41.30	+ 9.49,9		
29...	6.40.51	+ 9.48,8		
30...	6.40.10	+ 9.47,9		
Décembre 1...	6.39.29	+ 9.47,0	0,5245	0,3933
2...	6.38.47	+ 9.46,2		
3...	6.38. 4	+ 9.45,5		
4...	6.37.20	+ 9.44,9		
5...	6.36.35	+ 9.44,3	0,5257	0,3902
6...	6.35.49	+ 9.43,9		
7...	6.35. 3	+ 9.43,5		
8...	6.34.15	+ 9.43,2		
9...	6.33.27	+ 9.43,0	0,5268	0,3888
10...	6.32.39	+ 9.43,0		
11...	6.31.49	+ 9.43,0		
12...	6.30.59	+ 9.43,1		
13...	6.30. 9	+ 9.43,3	0,5280	0,3862
14...	6.29.18	+ 9.43,6		
15...	6.28.26	+ 9.44,0		
16...	6.27.34	+ 9.44,5		
17...	6.26.42	+ 9.45,1	0,5291	0,3854
18...	6.25.49	+ 9.45,8		
19...	6.24.57	+ 9.46,6		
20...	6.24. 4	+ 9.47,4		
21...	6.23.10	+ 9.48,3	0,5302	0,3855
22...	6.22.17	+ 9.49,3		
23...	6.21.23	+ 9.50,4		
24...	6.20.30	+ 9.52,6		
25...	6.19.37	+ 9.53,0	0,5313	0,3865

» La grandeur stellaire calculée pour décembre 21, date voisine de l'opposition, est 13,9; mais on sait qu'il ne faut pas attacher trop d'importance à cette évaluation. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques séries pour le développement des fonctions à une seule variable.* Note de M. **Halphen**, présentée par M. Jordan.

« En cherchant à donner plus de généralité aux résultats dont il a été question dans ma précédente Note ([1]), j'ai obtenu tout d'abord, pour le développement de $f(x+y)$ suivant les dérivées d'une fonction quelconque, la série suivante :

$$(1)\quad P_0 V(y) + P_1(x)V'(y) + P_2(x)V''(y)\ldots + P_m(x)V^{(m)}(y) + \ldots.$$

Ici $P_m(x)$ est le coefficient du $(m+1)^{\text{ième}}$ terme dans le développement, suivant les puissances croissantes de ζ, de la fonction $\dfrac{e^{\zeta x}}{\int_b^c \theta(x)e^{\zeta x}dx}$, et la fonction $\theta(x)$, qui figure dans l'intégrale, doit, à son tour, être déterminée par la condition

$$\int_b^c \theta(x)f(x+y)dx = V(y).$$

Les limites b, c sont des constantes à volonté.

» Il faut toutefois ajouter que si, posant

$$T_\mu = \int_b^c \theta(x)x^\mu dx,$$

on avait zéro pour $T_0, T_1, T_2, \ldots, T_{k-1}$ et que T_k fût différent de zéro, la série (1) représenterait $f^{(k)}(x+y)$ au lieu de $f(x+y)$.

» On ne peut guère espérer de parvenir à préciser les conditions d'existence d'une telle série en prenant pour point de départ les fonctions f et V; mais il en est tout autrement quand on se donne f et θ, et voici quel est le résultat.

» *Supposons que la fonction*

$$\varphi(\zeta) = \int_b^c e^{\zeta x}\theta(x)dx$$

soit synectique aux environs de $\zeta = 0$, *et soit* k *l'ordre de multiplicité de la racine zéro pour cette fonction, k pouvant d'ailleurs être nul. Soit aussi* ρ *le*

([1]) *Comptes rendus*, séance du 14 novembre.

module minimum des valeurs de ζ pour lesquelles $\zeta^k : \varphi(\zeta)$ cesse d'être synectique.

» *Dans ces conditions, formons le développement* (1). *Pour que ce développement représente $f^{(k)}(x+y)$, il faut et il suffit: 1° qu'il existe une constante α laissant $\alpha^m f^{(m)}(x)$ fini pour m infini; 2° que le module de α soit supérieur à $\frac{1}{\rho}$.*

» Ces conditions sont absolument les mêmes que pour les séries dont j'ai parlé auparavant. Mais il se présente ici un cas tout à fait nouveau : c'est celui où ρ est infini. L'énoncé précédent n'a plus aucun sens; en fait, la série (1) s'étend alors à bien d'autres fonctions. Pour obtenir effectivement un exemple de ce cas, j'ai choisi, en outre, $\theta(x)$ de telle sorte que toutes les dérivées de cette fonction, ainsi qu'elle-même, fussent nulles aux deux limites b, c. Le terme général de la série (1) peut alors s'écrire ainsi :

$$(-1)^m \mathrm{P}_m(x) \int_b^c \theta^{(m)}(x) f(x+y)\, dx.$$

Il n'y figure que la fonction f et non plus sa dérivée d'ordre m. La série devient applicable aux fonctions discontinues. L'énoncé qui suit se rapporte au choix des deux limites $\pm\infty$ pour c, b, et $\theta(x)$ est cette fonction :

$$\theta(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-a\omega^{2n}} \cos x\omega\, d\omega,$$

où a est une constante, n un entier, tous deux positifs.

» *Soient les polynômes $\mathrm{P}_m(x)$ ainsi définis, savoir :*

$$\begin{aligned}\mathrm{P}_m(x) &= \frac{1}{1.2\ldots m}\left(\frac{d^m}{d\zeta^m} e^{\zeta x + (-1)^n a \zeta^{2n}}\right)_{\zeta=0} \\ &= \frac{x^m}{m!} + (-1)^n \frac{a}{1} \frac{x^{m-2n}}{(m-2n)!} + \frac{a^2}{2!} \frac{x^{m-4n}}{(m-4n)!} \cdots + (-1)^{sn} \frac{a^s}{s!} \frac{x^{m-2sn}}{(m-2sn)!} \cdots\end{aligned}$$

Formons, avec une fonction $f(x)$, la série

$$\frac{1}{2\pi} \sum_{m=0}^{m=\infty} (-1)^m \mathrm{P}_m(x) \int_{-\infty}^{+\infty} dx \int_{-\infty}^{+\infty} d\omega f(x) e^{-a\omega} \omega^m \cos\left(x\omega + \frac{m\pi}{2}\right).$$

Cette série représente $f(x)$, pour les valeurs réelles de x, sous les conditions suivantes : $f(x)$ doit être développable en série trigonométrique dans tout intervalle fini, et, en outre, être telle que les intégrales, formant les coefficients de la série, puissent être effectivement étendues, par rapport à x, jusqu'à $\pm\infty$.

» On a, par exemple,

$$\cos x = e^{-a}(P_0 - P_2 + P_4 - P_6 + \ldots),$$
$$\sin x = e^{-a}(P_1 - P_3 + P_5 - P_7 + \ldots),$$

et, pour m entier positif,

$$\frac{x^m}{1.2\ldots m} = P_m + (-1)^{n+1}\frac{a}{1}P_{m-2n} + \frac{a^2}{1.2}P_{m-4n} + (-1)^{n+1}\frac{a^3}{1.2.3}P_{m-6n} + \ldots.$$

» Si l'on suppose, comme dans ces exemples, $f(x)$ une fonction analytique, le résultat se complète ainsi :

» *Si, entre deux parallèles à l'axe des quantités réelles, placées de part et d'autre de cet axe, la fonction f est synectique, elle est, dans cette étendue, représentée par la série précédente.*

» Pour l'entier arbitraire n, prenons l'unité. Ce cas particulier n'est autre que la série de M. Hermite. L'une des intégrations nécessaires pour former le terme général s'effectue immédiatement, et ce terme général prend la forme

$$\frac{(-1)^m}{2\sqrt{a\pi}}P_m(x)\int_{-\infty}^{+} dx f(x)\frac{d^m}{dx^m}\left(e^{-\frac{x^2}{4a}}\right),$$

ou encore

$$\frac{1.2\ldots m}{2(2a)^m\sqrt{a\pi}}P_m(x)\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{4a}}P_m(x)f(x)\,dx,$$

ainsi que l'a indiqué autrefois M. Hermite (*Comptes rendus*, t. LVIII). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une courbe particulière du troisième genre et sur certaines fonctions uniformes de deux variables indépendantes.* Note de M. E. PICARD, présentée par M. Hermite.

« Je considère la courbe du quatrième ordre et du troisième genre, représentée par l'équation

$$(1) \qquad v^3 = u(u-1)(u-x)(u-y),$$

x et y désignant deux constantes quelconques. On peut prendre comme système de trois intégrales abéliennes distinctes correspondant à cette

courbe

$$\Omega = \int^u u^{-\frac{2}{3}}(u-1)^{-\frac{2}{3}}(u-x)^{-\frac{2}{3}}(u-y)^{-\frac{2}{3}}du,$$

$$\mathrm{U} = \int^u u^{-\frac{1}{3}}(u-1)^{-\frac{2}{3}}(u-x)^{-\frac{2}{3}}(u-y)^{-\frac{2}{3}}du,$$

$$\mathrm{W} = \int^u u^{-\frac{1}{3}}(u-1)^{-\frac{1}{3}}(u-x)^{-\frac{1}{3}}(u-y)^{-\frac{1}{3}}du.$$

» En désignant par λ une racine cubique imaginaire de l'unité, soit $\lambda = \cos\frac{2\pi}{3} + i\sin\frac{2\pi}{3}$, le Tableau des périodes correspondantes de ces intégrales peut se mettre sous la forme

$$\begin{vmatrix} \omega & \omega' & \omega'' & \lambda\omega & \lambda\omega' & \lambda\omega'' \\ v & v' & v'' & \lambda v & \lambda v' & \lambda v'' \\ w & w' & w'' & \lambda^2 w & \lambda^2 w' & \lambda^{2''} \end{vmatrix}.$$

» On reconnaît, par l'intégration de $\Omega\, d\mathrm{W}$ le long d'un contour convenable, qu'il existe entre les ω et les w la relation suivante :

$$w(\omega''' + \lambda^2\omega') + w'(\lambda\omega + \lambda^2\omega'') + w''(\omega + \lambda\omega') = 0,$$

et l'on a pareillement, entre les ω et les v,

$$w(v'' + \lambda^2 v') + w'(\lambda v + \lambda^2 v'') + w''(v + \lambda v') = 0.$$

» Si l'on forme maintenant le Tableau des périodes des intégrales normales relatives à la courbe (1), on voit, en faisant usage des relations précédentes, que ces périodes dépendent uniquement des rapports de deux des trois quantités w, w', w'' à la troisième. On reconnaît donc que, $\frac{w'}{w}$ et $\frac{w''}{w}$ étant fixés, les intégrales des périodes normales sont déterminées, et qu'il en est par suite de même des coefficients de la courbe normale du troisième genre. Or, les coefficients de la courbe normale correspondant à la courbe (1) s'expriment évidemment algébriquement en x et y : donc, inversement, x et y s'exprimeront de la même manière, à l'aide des coefficients de la courbe normale, et l'on conclut de là que, si l'on pose

$$\frac{w'}{w} = u, \quad \frac{w''}{w} = v,$$

en considérant les w comme fonctions de x et y, ces dernières sont racines

d'équations algébriques dont les coefficients sont fonctions uniformes de u et de v. Ces fonctions offrent donc un exemple de fonctions de deux variables indépendantes, se reproduisant par la substitution à u et v d'expressions linéaires convenables en nombre infini :

$$\frac{m'+n'u+p'v}{m+nu+pv}, \quad \frac{m''+n''u+p''v}{m+nu+pv}.$$

» Dans le cas qui nous occupe, les considérations précédemment employées permettent de trouver facilement le groupe (m, n, p), mais je n'entre aujourd'hui dans aucun détail à ce sujet, me proposant de faire l'étude des fonctions précédentes dans un travail plus étendu : je terminerai seulement par la remarque suivante.

» Les fonctions w, w', w'' sont de la forme

$$\int_g^h u^{b_1-1}(u-1)^{b_2-1}(u-y)^{b_3-1}(u-x)^{\lambda-1}\,du,$$

g et h désignant deux des quantités 0, 1, y, x et ∞ ; elles satisfont donc, comme je l'ai montré dans mon Mémoire *Sur une extension du problème de Riemann* (*Annales de l'École Normale*, 1881), à un système de deux équations linéaires aux dérivées partielles, système qui est, dans le cas actuel,

$$3(x-y)s = p-q,$$
$$9x(x-1)(x-y)r + (sx^2-4xy-3x-2y)3p + 3y(1-y)q - (x-y)z = 0.$$

» L'exemple que nous venons de citer n'est bien certainement pas le seul qui conduise à des fonctions uniformes de deux variables indépendantes restant invariables par un groupe de transformations linéaires, et l'attention se trouve par suite appelée sur les systèmes d'équations linéaires

$$s = ap + bq + cz,$$
$$r = a_1p + b_1q + c_1z,$$

où les a, b, c sont fonctions de x et y, ayant trois solutions communes w, w', w'' linéairement indépendantes, et telles qu'en posant

$$\frac{w'}{w} = u, \quad \frac{w''}{w} = v$$

les valeurs de x et y tirées de ces équations soient racines d'équations algébriques à coefficients uniformes en u et v. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Méthode nouvelle pour diviser le cercle en parties égales.* Note de M. **A.-E. Pellet.**

« **1.** Soient θ une racine primitive de l'équation $x^p - 1 = 0$; g une racine primitive pour le nombre premier p, et q un diviseur de $p-1$; désignons par ω le quotient de $\frac{p-1}{q}$, et par s_i la somme $\sum_{i_1=0}^{i_1=\omega-1} \theta^{g^{i+i_1 q}}$; on a $s_{i'} = s_i$, si $i'-i$ est divisible par ω, et s_i^k est égale à la somme

$$\sum \theta^{g^i(g^{i_1 q}+g^{i_2 q}+\ldots+g^{i_k q})},$$

chacun des nombres $i_1, i_2, \ldots, i_k$ pouvant prendre les valeurs $0, 1, 2, \ldots, \omega-1$, et le signe Σ s'étendant aux ω^k termes ainsi obtenus. Soient, parmi les ω^k sommes, $g^{i_1 q} + g^{i_2 q} + \ldots + g^{i_k q}$, ωN_k le nombre de celles divisibles par p, $\omega N_{k,j}$ le nombre de celles appartenant à la congruence

$$x^\omega - g^{j\omega} \equiv 0 \pmod{p};$$

les nombres N_k, $N_{k,j}$ sont reliés par l'équation

$$N_k + N_{k,0} + \ldots + N_{k,q-1} = \omega^{k-1}.$$

On a

$$S_i^k = \omega N_k + N_{k,0} s_i + \ldots + N_{k,q-1} s_{i+q-1};$$

$$\sum_{i=0}^{i=q-1} s_i^k = p N_k - \omega^{k-1} = S_k.$$

» **2.** Si q est premier, les nombres $N_{k,j}$ peuvent s'exprimer à l'aide de $\frac{(q-1)^2}{4} + 1$ nombres entiers positifs, qui peuvent être pris parmi les $N_{2,j}$ pour q égal à 2 ou à 3.

» Par la théorie des fonctions symétriques, S_k, pour les valeurs supérieures à q, peut s'exprimer en fonction entière de $S_1, S_2, \ldots, S_q$. On est ainsi conduit à deux expressions différentes pour S_k, $k > q$; en les égalant, on obtient une équation entre les $\frac{(q-1)^2}{4} + 1$ nombres auxiliaires. Il sera donc toujours possible d'avoir assez d'équations pour déterminer ces nombres auxiliaires, et, par suite, les coefficients de l'équation dont les q valeurs de s_i sont racines.

» Si q n'est pas un nombre premier, on peut simplifier le calcul. Soit $q = 4$, par exemple. Posons $s + s_2 = s'$, $s_1 + s_3 = s'_1$; s' et s'_1 sont les deux racines de l'équation

$$x^2 + x - \frac{p-1}{4} = 0,$$

et l'on a

$$s^2 + s_2^2 = 2\omega N_2 + (N_{2,0} + N_{2,2})s' + (N_{2,1} + N_{2,3})s'_1;$$

$s^3 + s_2^3$ et $s^4 + s_2^4$ peuvent donc s'exprimer en fonction de s' et s_1; il en est de même pour $s_1^3 + s_3^3$, $s_1^4 + s_3^4$. On est ainsi conduit à deux expressions différentes pour chacune des quantités S_3 et S_4; par suite, à deux équations, l'une du premier degré, l'autre du second, entre les quatre nombres $N_{2,j}$, reliés déjà par une équation linéaire.

» 3. Supposons ω pair. On a $N_2 = 1$, $S_2 = p - \omega$,

$$\sum_{j=0}^{j=q-1} N_{2,j} = \omega - 1, \quad N_4 = \omega + \sum_{j=0}^{j=q-1} N_{2,j}^2, \quad S_4 = pN_4 - \omega^3.$$

» Les quantités S_i étant réelles, S_4 est compris entre $\frac{(p-\omega)^2}{q}$ et $(p-\omega)^2$; il en résulte que les nombres $N_{2,j}$ sont compris entre

$$\frac{\omega - 1}{q} - \frac{[(q-1)\omega + 1](q-1)}{q\sqrt{p}} \quad \text{et} \quad \frac{\omega - 1}{q} + \frac{(q-1)^2[(q-1)\omega + 1]}{q\sqrt{p}}.$$

» C'est donc entre ces limites qu'est compris le nombre des solutions de la congruence

$$A(x^q + y^q) + C \equiv 0 \pmod{p},$$

A et C étant deux nombres non divisibles par p. La limite inférieure augmentant indéfiniment avec ω, l'observation de Libri, reproduite par le P. Pépin (*Comptes rendus*, séance du 16 août 1880), relative à diverses tentatives de démonstration du théorème de Fermat, est complètement justifiée.

» 4. Soient θ une racine primitive de l'équation $x^{p^\nu} - 1 = 0$; g une racine primitive de p^ν, p étant supérieur à 2, q un diviseur de $p^{\nu-1}(p-1)$, et ω le quotient $\frac{p^{\nu-1}(p-1)}{q}$. Posons

$$s_i = \sum_{i_1=0}^{i_1=\omega-1} \theta^{g^{i+i_1 q}}, \quad S_k = \sum_{i=0}^{i=q-1} s_i^k;$$

on a

$$S_1 = 0, \quad S_k = p^{\nu-1}(p-1)N_{k,p^\nu} - p^{\nu-1}N_{k,p^{\nu-1}},$$

le nombre $\omega N_{k,p^\nu}$ désignant combien, parmi les ω^k sommes

$$g^{i_1 q} + g^{i_2 q} + \ldots + g^{i_k q}$$

obtenues en donnant aux lettres $i_1, i_2, \ldots, i_k$ toutes les valeurs 0, 1, 2, ..., $\omega - 1$, il y en a divisibles par p^ν, et $\omega N_{k,p^{\nu-1}}$, combien il y en a divisibles par $p^{\nu-1}$ sans l'être par p^ν.

» S_2 est nul si ω n'est pas un diviseur pair de $p - 1$. Les quantités s_i étant réelles si ω est pair, il en résulte que chacune d'elles est nulle si ω est un nombre pair divisible par p. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Intégration des équations différentielles du mouvement vibratoire d'une cloche sphérique.* Note de M. É. **Mathieu.**

« Ces équations différentielles sont les suivantes :

$$\frac{dx}{d\varphi}\cos\varphi - x\sin\varphi - my - q^2 z\cos\varphi = 0,$$

$$a\frac{d^2x}{d\varphi^2}\cos\varphi - a\frac{dx}{d\varphi}\sin\varphi + \left(-\frac{a+m^2}{\cos\varphi} + g^2\cos\varphi\right)x$$
$$- m(a-1)\frac{dy}{d\varphi} - m(a+1)y\,\text{tang}\varphi + 2(a-1)\frac{dz}{d\varphi}\cos\varphi = 0,$$

$$\frac{d^2y}{d\varphi^2}\cos\varphi - \frac{dy}{d\varphi}\sin\varphi + \left(-\frac{1+am^2}{\cos\varphi} + g^2\cos\varphi\right)y$$
$$+ m\left[(a-1)\frac{dx}{d\varphi} - (a+1)x\,\text{tang}\varphi\right] + 2m(a-1)x = 0.$$

» Dans ces équations, m est un nombre entier positif, a une constante, et les deux autres constantes g^2, q^2 s'expriment au moyen d'une constante h^2 par ces formules

$$g^2 = \frac{Dh^2r^2}{\mu} + 2, \quad q^2 = \frac{r^2Dh^2}{2\mu(a-1)} - 2,$$

la constante h^2 devant, après les intégrations, être déterminée par deux conditions aux limites, où elle entre avec une autre constante inconnue. Pour simplifier les expressions des intégrales, introduisons encore ces deux quantités

$$c^2 = \frac{ag^2 - 6a + 4}{g^2(2a-2)}, \quad \varepsilon^2 = \frac{q^2}{c^2};$$

$F(\alpha, \beta, \gamma, x)$ désignant ensuite la fonction à quatre éléments de Gauss, posons

$$\Phi(u, g^2, m) = u^m F(\alpha, m + \tfrac{1}{2} - \alpha, m + 1, u^2)$$

avec

$$\alpha = \frac{m}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}\sqrt{4g^2 + 1}.$$

» Le système cherché de solutions des équations différentielles devant donner des valeurs finies pour x, y, z, quand φ est égal à $\frac{\pi}{2}$, est fourni par ces formules

$$\mathrm{z} = C\Phi(\cos\varphi, \varepsilon^2, m),$$

$$\mathrm{x} = \frac{Am}{\cos\varphi}\Phi(\cos\varphi, g^2, m) - Cc^2\frac{d\Phi(\cos\varphi, \varepsilon^2, m)}{d\varphi},$$

$$\mathrm{y} = A\frac{d\Phi(\cos\varphi, g^2, m)}{d\varphi} - \frac{Cc^2}{\cos\varphi}\Phi(\cos\varphi, \varepsilon^2, m),$$

où A, C sont deux constantes arbitraires. Les solutions les plus générales de ces équations différentielles s'obtiennent, d'ailleurs, par les mêmes considérations que j'ai employées.

» Les formules précédentes seraient d'un usage très incommode pour de petites valeurs de l'angle φ et ne pourraient plus être employées du tout pour $\varphi = 0$. Mais on lèvera la difficulté en employant une formule donnée par Gauss, dans son Mémoire posthume [*Determinatio seriei nostræ per æquationem differentialem secundæ ordinis* (*Gauss. Werke*, t. III, p. 207)], et l'on trouvera ainsi facilement

$$\begin{aligned} F(\alpha, m + \tfrac{1}{2} - \alpha, m + 1, \cos^2\varphi) \\ = \frac{\sqrt{\pi}\,\Gamma(m+1)}{\Gamma(\alpha + \frac{1}{2})\Gamma(m + 1 - \alpha)} F(\alpha, m + \tfrac{1}{2} - \alpha, \tfrac{1}{2}, \sin^2\varphi) \\ + \frac{2\sqrt{\pi}\,\Gamma(m+1)}{\Gamma(a)\Gamma(m - \alpha + \frac{1}{2})}\sin\varphi\, F(\alpha + \tfrac{1}{2}, m + 1 - \alpha, \tfrac{3}{2}, \sin^2\varphi). \end{aligned}$$

En se servant de cette formule, on pourra très aisément calculer les deux fonctions Φ, qui entrent dans les intégrales, pour de petites valeurs de l'angle φ.

» Chacune des deux fonctions F du second membre est infinie de l'ordre m pour $\varphi = \frac{\pi}{2}$; mais les deux parties finies de ces deux fonctions, étant multipliées par les coefficients de ces fonctions F, deviennent égales et de signe contraire.

» Les valeurs numériques des fonctions Γ pourront être déterminées au moyen de la Table qu'on trouve dans le *Calcul intégral* de M. Bertrand, p. 285. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Application numérique de la théorie du rendement maximum de deux machines dynamo-électriques employées au transport de la force.* Note de M. **Maurice Lévy.**

« Pour faire ressortir l'utilité qu'il y a, dans la pratique, à adopter les résultats de la théorie exposée dans ma Communication du 14 novembre, je les ai appliqués à un exemple numérique que je trouve dans un article publié par M. Marcel Deprez dans le journal *La Lumière électrique,* du 24 août 1881. M. Deprez a pris deux machines Gramme du type C, expérimentées à Chatham, et il a montré qu'en réduisant la section des fils des inducteurs et des induits à $\frac{1}{50}$ de leur valeur et rendant leur longueur cinquante fois plus grande pour conserver leurs volumes, ce qui multiplie leur résistance par $\overline{50}^2 = 2500$, elles peuvent servir à transmettre un travail utile de 10 chevaux à une distance de 50^{km} à travers un circuit formé par de simples fils télégraphiques ordinaires de $0^m,004$ de diamètre.

» Le rendement obtenu est de 65 pour 100, c'est-à-dire qu'il faut un moteur d'environ 16 chevaux pour obtenir, à une distance de 50^{km}, un travail utile de 10.

Le nombre de tours par minute de l'anneau de la machine génératrice est 2387, soit en nombre rond 2400, et la force électro-motrice de cette machine est de 6952, soit en nombre rond 7000^{volts}.

La question qui se pose à l'inspection de ces chiffres est celle-ci : la transformation imaginée par M. Marcel Deprez et consistant à réduire dans une même proportion les sections de tous les fils sans exception, qu'ils appartiennent à la machine génératrice ou à la réceptrice, aux inducteurs ou aux induits, est-elle la meilleure?

» Ne pourrait-on pas, par quelque autre transformation, soit obtenir un rendement meilleur, sans dépasser la vitesse de 2400 tours à la minute, de l'anneau, ni la force électro-motrice déjà énorme de 7000^{volts}, admise par M. Deprez, soit, à rendement égal et égale vitesse de l'anneau, réduire cette force électromotrice qui, M. Marcel Deprez le reconnaît lui-même, ne serait pas sans rendre l'isolement des fils quelque peu difficile?

» La théorie exposée dans notre dernière Communication, appliquée à

l'exemple particulier choisi par M. Deprez, répond précisément à cette question.

» Les données de M. Marcel Deprez que nous adoptons pour rendre les résultats comparables sont :

Résistance de 50^{km} de fil télégraphique de $0^m,004$ à raison de 9^{ohms} par kilomètre	$R = 50 \times 9 = 450^{ohms}$
Vitesse de l'anneau de la machine génératrice exprimée en tours par minute : en nombre rond	$n = 2400$
Et comme la réceptrice a même calibre, nous pouvons admettre la même vitesse pour son anneau, soit	$n' = 2400$
Travail utile à transmettre : 10^{chx}, soit : $T_u = 750 \times 9,81$ unités de travail : soit en nombre rond	$T_u = 7500$
Enfin force électromotrice de la génératrice	$E = 7000^{volts}$

» A présent, les éléments de la machine Gramme type C, tels qu'ils résultent des expériences de Chatham et qu'a admis M. Deprez, sont :

Résistance des inducteurs en ohms	$b_0 = 0,15$
Résistance de l'anneau »	$a_0 = 0,06$
Nombre de tours par minute de l'anneau dans les expériences de Chatham.	$n_0 = 1200$
Intensité observée du courant, en ampères	$I = 81,22$
Force électromotrice observée en volts 69,9, soit	$E = 70$

» Cette expérience nous permet de déterminer, pour cette machine, la constante K introduite dans nos précédentes Communications et donne

$$\frac{1}{K} = \frac{n_0 I \sqrt{a_0 b_0}}{E} = \frac{1200 \times 81,22 \times \sqrt{0,15 \times 0,06}}{70} = 132,$$

et, comme la machine réceptrice est ici identique à la génératrice, on a

$$K = K';$$

de là on tire

$$\frac{1}{Kn} = \frac{1}{K'n'} = \frac{132}{2400} = 0,055.$$

» Ceci posé, M. Marcel Deprez ayant simplement multiplié les résistances a_0 et b_0 ci-dessus par 2500, aussi bien pour la réceptrice que pour la génératrice, les résistances de ses machines définitives sont, en ohms,

Inducteurs	$b = b' = 0,15 \times 2500 = 375$
Anneaux	$a = a' = 0,06 \times 2500 = 150$

» On voit dès à présent que sa transformation diffère essentiellement de

celle que la théorie nous a indiquée comme conduisant au rendement maximum, puisque, d'après celle-ci, on doit avoir non pas $a = a'$ et $b = b'$, mais $a = b$ et $a' = b'$; en d'autres termes, quoique les deux machines employées soient identiques, nous trouvons qu'on ne doit pas faire la même transformation sur celle qu'on voudra utiliser comme génératrice que sur celle qu'on utilisera comme réceptrice.

» Si nous appliquons les formules de notre dernière Communication pour calculer les résistances les plus favorables $a = a'$, $b = b'$, ainsi que le rendement correspondant, nous trouvons :

» 1° Pour l'inconnue auxiliaire x, par la formule (12 *bis*),

$$x = 3341;$$

» 2° Pour la résistance totale $\mathfrak{S}$ par la formule (11)

$$\mathfrak{S} = 1261^{\text{ohms}};$$

» 3° Par la formule (12)

$$\mathrm{I} = 1^{\text{amp}},45; \quad \mathrm{E}' = 5175^{\text{volts}}.$$

» On voit, en passant, combien l'intensité du courant est faible et que nous avions, par suite, le droit de réduire les fonctions $\varphi(\mathrm{I})$ et $\Psi(\mathrm{I})$ à la forme linéaire.

» 4° Enfin, par les équations (10) [en observant qu'ici $\varphi(\mathrm{I}) = \Psi(\mathrm{I})$ et $n = n'$], pour les résistances $a = b$ à donner à l'anneau et aux bobines de la génératrice, et pour celles $a' = b'$ à donner à l'anneau et aux bobines de la réceptrice,

$$a + a' = \frac{\mathfrak{S} - \mathrm{R}}{2} = \frac{1261 - 450}{2} = 405,$$

$$\frac{a'}{a} = \frac{\mathrm{E}'}{\mathrm{E}} = \frac{5175}{7000},$$

d'où

$$a = b = 233^{\text{ohms}},$$

$$a' = b' = 172^{\text{ohms}},$$

résistances très différentes, comme on voit, de celles adoptées par M. Marcel Deprez.

» Or, avec ces nouvelles résistances, le rendement est $\frac{\mathrm{E}'}{\mathrm{E}} = \frac{5175}{7000} = 0,75$ au lieu de 0,65 obtenu par M. Deprez ; en sorte qu'il suffirait de disposer d'une force de 13 chevaux, au lieu de 16 chevaux, pour obtenir celle de 10 chevaux, à la distance de 50^{km}. Mais la différence est bien plus impor-

tante encore si l'on compare les forces électromotrices à rendement pareil. Si l'on veut se contenter du rendement de 0,65 obtenu par M. Marcel Deprez, c'est-à-dire si l'on pose $E' = 0,65E$, l'équation (12) donne

$$x = 0,30E,$$

et, par suite, celle de (12 *bis*) donnera, pour la force électromotrice maxima nécessaire pour assurer ce rendement,

$$E = 5356^{\text{volts}},$$

au lieu de 6952 ou environ 7000 qui seraient nécessaires par les dispositions de M. Marcel Deprez. C'est là, au point de vue de la réalisation pratique de l'opération et de la sécurité des isolements, un résultat qui nous semble de nature à rendre la théorie que nous avons exposée très digne de l'attention des praticiens, étant donné surtout que nous avons emprunté notre exemple à un électricien de la valeur et de la perspicacité de M. Marcel Deprez. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la méthode de M. Lippmann pour la détermination de l'ohm.* Note de M. **M. Brillouin**, présentée par M. Berthelot.

« Le but de M. Lippmann est d'éviter la connaissance du coefficient d'induction sur elle-même de la bobine qui tourne; pour cela, il la laisse ouverte. C'est seulement au passage du plan du cadre dans le méridien magnétique que les deux extrémités de la bobine sont mises en communication avec un circuit complexe, tel que, même à ce moment, le courant soit nul dans la bobine. M. Lippmann admet que la force électromotrice entre les deux extrémités libres du fil est alors celle que donne la variation $\frac{dN}{dt}$ du nombre de lignes de force du champ terrestre entourées par le circuit (¹).

» Le circuit étant ouvert, l'état qu'il prend à chaque instant dépend de l'induction par la terre, de l'induction du circuit sur lui-même et de la capacité du fil : non plus d'une manière simple comme pour un circuit fermé, mais d'une manière compliquée, parce que le courant est variable d'une section à l'autre du fil, *n'étant nul qu'aux deux extrémités* (²).

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 7 novembre 1881, p. 714 : « Ce cadre porte un fil de cuivre dont le circuit reste toujours ouvert; aucun courant n'y prend donc naissance... » et (p. 715) la formule de calcul des expériences.

(2) De ce que le circuit est ouvert, il n'est pas permis de conclure que le courant est nu

» Il s'établira donc dans l'anneau un état variable, ayant pour période la durée d'un tour. La différence de potentiel aura sa valeur maximum, non pas dans la position indiquée, mais avec un retard qui dépendra de la vitesse. *Ce maximum aura une relation inconnue avec la variation* $\frac{dN}{dt}$ du flux de force du champ terrestre entouré par l'anneau. En outre, sur ce phénomène général, se superposera un état oscillatoire de très courte période qui rendra les expériences très variables, à moins d'une incroyable constance de la vitesse de rotation. Ce sont les oscillations que M. Mouton a observées dans les bobines d'induction, le circuit induit restant ouvert. Toute variation dans la vitesse les fera naître; et une variation brusque de la vitesse est inévitable au moment où les extrémités du fil seront mises en communication avec les contacts du circuit fixe. La séparation se fera donc en plein état oscillatoire et à une phase inconnue de cet état.

» Même en supposant que, par quelque artifice ou une grande précision de réglage, ces oscillations soient évitées, le maximum de la différence de potentiel n'est pas déterminé par la variation du flux de force qui traverse le circuit, considérée seule.

» D'une manière générale, l'emploi des circuits ouverts ne simplifie pas les conditions théoriques; il les complique. Si dans un circuit fermé, convenablement choisi, on peut regarder le courant comme uniforme dans toute l'étendue du fil, même pendant la période variable, cela n'est plus permis dans un circuit ouvert. La difficulté théorique qui en résulte est telle, que je ne connais pas un seul exemple de l'état variable d'un circuit ouvert, sans capacité additionnelle aux extrémités du fil, traité avec assez de rigueur pour servir de base à une méthode de mesure précise. »

ÉLECTRICITÉ. — *Remarques sur l'électrolyse de l'eau.* Lettre de M. **D. Tommasi** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Permettez-moi, dans le seul but de prendre date, de vous annoncer que, lorsqu'on décompose l'eau à l'aide d'un seul élément, en employant comme électrode positive un fil de cuivre et pour électrode négative un fil de platine,

---

partout : mais seulement que la quantité d'électricité qui traverse un élément quelconque de la surface extérieure du conducteur est constamment nulle, tant qu'il ne jaillit pas d'étincelles. C'est seulement une condition à la surface, l'état intérieur étant déterminé par un ensemble d'équations aux dérivées partielles

la quantité de cuivre dissoute est plus grande que la quantité de cuivre déposée sur l'électrode négative; dès lors, ce fait pourrait s'expliquer avec la théorie thermique.

» J'ai déjà institué quelques expériences à ce sujet; aussitôt qu'elles seront terminées, j'aurai l'honneur de les soumettre au jugement de l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la diformine de glycérine.* Note de M. P. VAN ROMBURGH, présentée par M. Wurtz.

« Les belles recherches de MM. Tollens et Henninger sur les dérivés allyliques nous ont fait connaître une combinaison qu'ils ont nommée *monoformine de glycérine*. Ils ont obtenu ce corps en chauffant à 215° la glycérine avec le quart de son poids d'acide oxalique. C'est un liquide neutre qui, dans le vide, bout à 165°. En le chauffant sous la pression ordinaire, il se décompose en acide carbonique, en eau et en alcool allylique. M. Lorin, dans ses Mémoires sur la préparation de l'acide formique par le moyen de la glycérine et de l'acide oxalique, croit que, dans cette réaction, il se forme de la monoformine. En m'occupant, il y a quelque temps, de la préparation d'une grande quantité d'acide formique suivant la méthode de M. Lorin, je voulus obtenir la monoformine que devait contenir le résidu, qui préalablement fut soumis à une température de 140°.

» Pour cela, j'ai agité la masse avec de l'éther absolu et, après avoir distillé l'éther, j'ai obtenu un liquide légèrement jaunâtre qui contenait encore de l'acide formique libre. Pour l'en débarrasser, je l'ai chauffé dans le vide pendant quelques heures à 100°. Ensuite le liquide fut distillé sous une pression d'environ 20^{mm}. La plus grande partie passa de 165° à 178°, et je le recueillis en deux portions.

» L'analyse de la première partie, liquide neutre (165°-170°), m'a donné :

C...........	40,71	H...........	5,74

	C.	H.
La monoformine exige.......	40,00	6,67
La diformine exige..........	40,54	5,5

» Un dosage de l'acide formique me semblait nécessaire. Pour cela, je fis bouillir la formine avec un excès d'une solution titrée de potasse, et

dosai l'alcali excédant avec de l'acide sulfurique titré. Ce dosage m'a donné, en centièmes, 58,3 d'acide formique.

» La monoformine exige 30,33; la diformine, 62,16.

» Le produit analysé est donc, pour la plus grande partie, de la diformine. Pour l'obtenir dans l'état pur, je l'agitai avec une assez grande quantité d'éther absolu, et, après avoir chassé l'éther, j'obtins un liquide neutre qui contenait 59,2 pour 100 d'acide formique. Comme la diformine se dissout difficilement dans l'éther, j'essayai de la purifier en la distillant dans le vide. Sous une pression de 20^{mm} à 30^{mm}, j'obtins un liquide bouillant à 163°-166°, qui contenait 60,2 pour 100 d'acide formique. Théorie pour la diformine, 62,16.

» Ce résultat, un peu faible, s'explique par la présence d'une petite quantité de monoformine ou de glycérine, dont il est très difficile de la débarrasser.

» La *diformine de glycérine* est un liquide incolore, neutre, d'un goût d'abord amer, puis acide. L'alcool, l'éther et le chloroforme la dissolvent; elle est insoluble dans le sulfure de carbone. L'eau la décompose en glycérine et en acide formique. Sa densité est de 1,304 à 15°. Elle est complètement inactive dans un tube de $0^{m},5$ de longueur.

» En la chauffant sous la pression barométrique ordinaire, elle se décompose d'une manière analogue aux formines du glycol et de l'érythrite, en donnant de l'acide carbonique, de l'eau et du formiate d'allyle comme produit principal. Cette décomposion commence entre 175° et 180°; et, tandis que la température s'élève, celle-ci s'augmente.

» L'acide carbonique qui se dégage est mêlé d'un peu d'oxyde de carbone, et il distille un liquide qui, dans le récipient, forme deux couches. La couche inférieure se compose d'eau, d'acide formique et d'alcool allylique, tandis que l'autre, qui est plus forte, constitue un liquide d'une odeur pénétrante : c'est le formiate d'allyle. Son point d'ébullition est à 84°; sa densité est de 0,937 à 17°. MM. Tollens et Weber ont trouvé 0,9322 à 17°,5. L'analyse a fourni les résultats suivants :

	I.	II.	Théorie pour C^3H^5OCHO.
C..........	56,1	56,07	55,81
H..........	7,22	7,13	6,98

» L'expérience suivante montre que le formiate d'allyle constitue le produit principal. 36^{gr} de formine brute, contenant 57 pour 100 d'acide

formique, ont donné, en la chauffant, 17^{gr} de formiate d'allyle, sous dégagement d'acide carbonique, mêlé de 4 à 5 pour 100 d'oxyde de carbone. La théorie exige 21^{gr}.

» Dans presque tous les Manuels de Chimie, on explique la formation de l'acide formique en supposant qu'il se forme de la monoformine, qui se décompose par l'eau que contient l'acide oxalique cristallisé. Des résultats de mes expériences, je crois pouvoir conclure que c'est au contraire la diformine qui donne l'acide formique. La formation du formiate d'allyle, constatée par MM. Tollens et Weber, en chauffant à une température plus élevée le mélange de glycérine et d'acide oxalique en excès, est due à la décomposition de cette diformine.

» En chauffant à 220° la diformine avec cinq fois son poids de glycérine, il se dégage d'abord de l'acide carbonique, mêlé de 20 pour 100 d'oxyde de carbone. Quand la température s'élève, la quantité d'oxyde de carbone augmente et, vers la fin de la réaction, le gaz dégagé en contient plus de 90 pour 100. Le produit distillé ne contient que des traces de formiate d'allyle et d'acide formique, et m'a fourni 10^{gr} d'alcool allylique pur, en prenant 30^{gr} de diformine de glycérine.

» Chauffée avec de l'acide oxalique déshydraté, la diformine n'est pas changée en triformine : il se dégage de l'acide carbonique, et j'obtiens un rendement d'acide formique correspondant à la quantité de l'acide oxalique employé [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions spectrales d'alcaloïdes et de glycosides.* Note de M. C. **Hock**, présentée par M. Wurtz.

« M'occupant depuis quelque temps de la détermination des réactions alcaloïdiques au moyen du spectroscope, détermination que j'ai faite sous la direction de M. le D^{r} Perrenoud, je viens soumettre à l'Académie quelques-uns des résultats de ces recherches.

» La solution de la digitaline du commerce dans l'acide chlorhydrique concentré, chauffée jusqu'à l'ébullition, prend une couleur jaune verdâtre. Cette solution donne à l'analyse spectrale une large raie noire au commencement du bleu sur la raie F de Fraunhofer; le reste du bleu est visible, tandis que le violet est absorbé depuis le milieu entre F et G. La digitaline cristallisée de Nativelle se comporte de la même manière.

---

[1] Ce travail a été fait dans le laboratoire de Chimie organique, à Leyde.

» Si, au lieu d'acide chlorhydrique, on emploie pour faire la réaction de l'acide sulfurique concentré, on obtient une solution d'un brun rougeâtre, qui au spectroscope donne deux raies noires très distinctes; l'une des deux se trouve dans le vert et à la position E*b*; l'autre, qui est un peu moins intense, mais un peu plus large, se trouve dans le bleu vert, près de F.

» Lorsqu'on ajoute à la solution de digitaline dans l'acide sulfurique quelques gouttes d'un acide sulfurique qui contient trois à quatre gouttes d'acide azotique concentré pour 2000gr d'acide sulfurique concentré, la couleur devient cramoisie, et il se forme alors une troisième raie très forte près de D, tandis que les deux autres perdent en intensité.

» Le mélange de digitaline d'une part, d'acide sulfurique et d'acide azotique dans les proportions indiquées ci-dessus, d'autre part, donne au spectroscope la raie près de D, après quoi la ligne près de E devient plus intense. La réaction est plus brillante si l'on ajoute à la solution de digitaline dans l'acide sulfurique un peu d'acide sulfurique contenant $\frac{1}{3}$ pour 100 de perchlorure de fer; les trois raies apparaissent alors avec la plus grande intensité.

» Lorsqu'on fait cette dernière réaction avec la digitaline de Nativelle, la raie se trouvant près de F est plus large que celle qu'on observe près de F et de E, tandis que, comme nous l'avons dit plus haut, c'est la raie près de D qui est la plus intense quand on fait subir la même réaction à la digitaline du commerce.

» Toutes ces colorations sont très stables et donnent le même spectre d'absorption, même après plusieurs jours.

» Dans le courant de mes expériences sur plus de soixante corps (alcaloïdes, etc.), qui tous ont été traités de même, je n'en ai rencontré aucun qui ait produit des spectres semblables.

» De même que la digitaline, la delphinine et la belladonine donnent aussi des spectres d'absorption caractéristiques.

» La delphinine, traitée par l'acide sulfurique concentré, donne une solution brun clair ressemblant un peu à la coloration obtenue par le mélange d'acide sulfurique et de digitaline, mais il est facile de distinguer ces deux colorations au moyen du spectroscope. La coloration obtenue au moyen de la delphinine donne une raie d'absorption dans le vert jaune du spectre, près de D $\frac{1}{3}$ E (c'est-à-dire, si l'on divise l'espace entre D et E en trois parties, la raie se trouve dans le premier tiers de ce champ circonscrit). Cette raie gagne en intensité lorsqu'on ajoute au mélange ci-dessus une goutte d'eau

bromée, ou mieux encore de l'acide sulfurique contenant une trace d'acide azotique, dans la proportion que nous avons indiquée, ou bien quelques gouttes d'acide sulfurique contenant $\frac{1}{3}$ pour 100 de perchlorure de fer.

» De plus, la position des raies obtenues par les différentes réactions pour la digitaline n'est pas la même que pour la delphinine, et l'acide sulfurique azoté, ainsi que l'acide sulfurique ferrugineux, ne donne pas de raie près de D avec la delphinine; de même, celle-ci ne donne ni coloration verte par l'acide chlorhydrique, ni raies d'absorption au spectre.

» La belladonine qui se trouve surajoutée à l'atropine non purifiée se dissout dans l'acide sulfurique concentré, auquel elle donne une couleur jaunâtre. Lorsqu'on chauffe, le mélange prend une couleur rougeâtre. Cette coloration donne au spectre une raie noire large dans le bleu vert, près de la raie F de Fraunhofer, et toutes les autres couleurs conservent leur intensité.

» Toutes ces réactions ont été faites avec des proportions très minimes de substance. Suivant les colorations plus ou moins intenses et le plus ou moins de vivacité de la lumière employée, l'opérateur est forcé de réduire l'intensité de la coloration en étendant plus ou moins la solution avec le réactif. La couche de liquide employée avait à peu près 5^{mm} d'épaisseur [1]. »

CHIMIE. — *Courant électrique produit par la lumière*. Note de M. P. Laur, présentée par M. Daubrée.

« L'amalgamation américaine que j'ai observée au Mexique met en évidence un fait remarquable, l'influence de la lumière solaire sur l'activité du traitement.

» Pour éclairer ce fait, j'ai été conduit à faire une série d'expériences dont je puis, dès aujourd'hui, donner quelques résultats.

» La lumière peut, en déterminant certaines actions chimiques, se manifester par un courant électrique.

» Dans une petite chambre obscure, munie d'un volet mobile, on place une cuve de verre, à parois planes, dans laquelle on verse une dissolution formée de 100 parties d'eau, 15 parties de sel marin, 7 parties de sulfate de cuivre; un vase poreux rempli de mercure est placé dans cette dissolution; deux électrodes, formées, l'une par une lame de platine, l'autre

(1) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de la Pharmacie de l'État, à Berne.

par une lame de sulfure d'argent, plongent, la première dans le mercure, la seconde dans une dissolution cuivrique; ces deux électrodes, fixées à deux poupées sur le couvercle de la chambre obscure, sont reliées à un galvanomètre.

» L'appareil est placé au soleil et la chambre obscure est close; dès qu'on ferme le circuit, l'aiguille du galvanomètre est déviée et le sens de la déviation indique que le sulfure d'argent est le pôle positif; lorsque l'aiguille est arrivée au repos, on ouvre le volet de la chambre obscure : l'aiguille est immédiatement repoussée et la déviation indique que le courant est de même sens; la nouvelle position d'équilibre de l'aiguille ne tarde pas à se produire; on ferme le volet de la chambre obscure, et l'on voit l'aiguille du galvanomètre rétrograder lentement vers sa position première; si l'on introduit à nouveau le rayon solaire, l'aiguille aimantée est à nouveau repoussée.

» Lorsque l'aiguille est placée à l'air libre, si un nuage passe devant le soleil, les mouvements de l'aiguille du galvanomètre traduisent les variations de l'intensité lumineuse.

» Les affinités mises en jeu dans l'expérience qui précède sont les suivantes : le bichlorure de cuivre formé par le mélange de sel marin et de sulfate de cuivre attaque le mercure; le protochlorure de cuivre formé réduit le sulfure d'argent, mais cette réduction ne s'opère que sous l'action des rayons solaires : de là le courant produit par la lumière.

» Ces courants, qu'on pourrait appeler *photo-électriques*, sont produits par des combinaisons d'électrodes autres que celle qui a été indiquée ci-dessus; ainsi deux lames, l'une de sulfure d'argent, l'autre de zinc amalgamé, qui plongent dans une dissolution de sel marin, produisent un courant très sensible à l'action solaire. »

M. Edm. Becquerel fait remarquer qu'il a montré depuis longtemps comment on pouvait manifester les effets électriques qui accompagnent les actions chimiques provoquées par la lumière. Il s'est occupé principalement des composés d'argent et de cuivre, et la disposition de son *actinomètre électrochimique* est très propre à l'étude de ces phénomènes; l'intensité des courants électriques obtenus dans ces circonstances est en rapport avec l'activité photochimique des divers rayons lumineux [1]. Les obser-

---

[1] Voir, notamment, Ed. Becquerel, *La Lumière, ses causes et ses effets*, t. II, p. 121 et suiv.

vations de M. Laur reproduisent, sous une forme complexe, des effets analogues à ceux qui ont été signalés par M. Edm. Becquerel.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur quelques cas nouveaux de phosphorescence dans les végétaux.* Note de M. L. Crié, présentée par M. Chatin.

« J'ai l'honneur de signaler à l'attention de l'Académie quelques faits nouveaux concernant la phosphorescence des végétaux.

» On sait que les fleurs des phanérogames peuvent produire, dans certaines circonstances, des lueurs phosphorescentes [1]. Ce phénomène a surtout été constaté chez la Capucine et le Souci [2]. Il y a quelques années, j'ai pu voir, par un temps orageux, des lueurs phosphorescentes se dégager des fleurs du *Tropæolum majus,* cultivé dans un jardin de la Sarthe. Cette émission de lumière est surtout particulière aux Champignons. L'Agaric de l'olivier (*Agaricus olearius*), qui croît en Provence, au pied des oliviers, est remarquable par ses lueurs blanches, tranquilles, uniformes, semblables à celles du phosphore dissous dans l'huile. Nous connaissons encore plusieurs espèces d'Agarics lumineux : l'*Agaricus igneus* d'Amboine, l'*A. noctilucens* de Manille, l'*A. Gardneri* du Brésil, l'*A. lampas* et plusieurs autres formes australiennes.

» Mais cette phosphorescence n'est nullement limitée au genre *Agaric*. Récemment, en effet, j'ai vu l'*Auricularia phosphorea* et le *Polyporus citrinus* produire des radiations lumineuses. Les *Rhizomorpha,* c'est-à-dire l'appareil végétatif d'un grand nombre de Champignons, sont aussi phosphorescents. Ces Cryptogames, communs dans les mines, donnent une lumière bien connue des mineurs, qui peuvent voir leurs mains à cette clarté. Les cordons lumineux des *Rhizomorpha subterranea* sont faciles à observer dans la mine de Pontpéan, près de Rennes. Je citerai encore le *Rhizomorpha setiformis* et une forme particulière de Rhizomorphe que j'ai observée dans l'intérieur des branches de sureau. Ayant divisé une certaine quantité de ces branches, dans l'intérieur desquelles s'étaient développés, entre le bois et la moelle, les filaments d'un *Rhizomorpha* dont je recherchais l'appareil conidiophore, je vis avec surprise, sur une table couverte de tiges de sureau brisées, de très légères lueurs produites par le Rhizomorphe. Ce Cham-

---

(1) Meyen, *Neues Syst. der Pfl. Physiol.*, t. II, p. 192. — Unger, *Grundz. der Anat. und Phys.*, p. 113.

(2) C. Gesner, Haggren et Crome.

pignon, ainsi que j'ai pu m'en assurer, possède un appareil reproducteur qui paraît identique par son organisation avec la clavicule conidiophore des *Stilbum*. Or j'ai constaté que les filaments chargés d'abondantes conidies produisaient seuls des lueurs phosphorescentes. J'ajouterai enfin que des *Xylaria polymorpha*, recueillis sur de vieilles souches, dans un jardin, ont émis de légères lueurs blanches, comparables à celles que le phosphore répand dans l'air en s'oxydant. C'est la première fois que l'on constate une émission de lumière chez un Ascomycète. Dans l'un et l'autre cas, la phosphorescence me paraît être un effet de la respiration des parties conidiophores du *Rhizomorpha* et du *Xylaria*. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de la nature des aliments sur la sexualité.* Note de M. É. YUNG, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans un travail récent, dont j'ai eu l'honneur de communiquer les conclusions à l'Académie, j'ai montré que des têtards de *Rana esculenta* se développent très inégalement selon la nature des aliments qu'on leur accorde (¹). Il m'a paru intéressant, étant données les conditions de ces expériences, d'examiner le sexe des jeunes animaux obtenus dans mes différents vases.

» Mon attention a été particulièrement portée sur ce point par un Mémoire de M. le Dr Born (²), de Breslau. Cet expérimentateur, ayant disposé un très grand nombre d'œufs de *Rana fusca*, fécondés artificiellement, dans une série d'aquariums (renfermant de 300 à 500 œufs chacun), et ayant nourri les jeunes après leur éclosion, les uns avec une alimentation essentiellement végétale (algues, lentilles d'eau), les autres avec une alimentation mixte (algues, larves de grenouilles et de *Pelobates* hachées, chair de grenouille adulte déjà partiellement décomposée), a trouvé que, sur 1443 têtards métamorphosés dans l'ensemble de ses bassins, 95 pour 100 étaient des femelles et 5 pour 100 des mâles.

» M. Born, après avoir éliminé toute autre cause possible, attribue cette grande prédominance de grenouilles femelles à l'alimentation spéciale accordée pendant le développement, et en particulier à l'absence dans ses

(¹) E. YUNG, *De l'influence de la nature des aliments sur le développement de la grenouille* (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 1525).

(²) Dr G. BORN, *Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung der Geschlechtsunterschiede* (*Breslauer ärztliche Zeitschrift*, 1881).

aquariums d'une nourriture mêlée, telle que les agglomérations de détritus organiques qui constituent le limon ou la vase des marais. Cette vase, composée d'infusoires, de rotifères, de diatomées, etc., se retrouve dans l'estomac des têtards se développant normalement; elle constitue leur principal aliment. L'auteur allemand rappelle à ce propos une observation de Leydig qui a trouvé des *Pelobates* bien développés dans un milieu où ils n'avaient pas d'autre nourriture qu'un limon ne contenant aucune plante visible à l'œil nu...

» Un pareil mélange de substances organiques manquait absolument dans mes expériences, comme dans celles de M. Born [1]. Mes têtards recevaient une nourriture encore plus spécifiée : ils m'ont donné aussi une assez forte majorité de femelles.

» La détermination du sexe chez les jeunes grenouilles est fort difficile ; elle ne devient certaine, dans la plupart des cas, que lorsqu'on pratique des coupes fines à travers leur système uro-génital.

» Dans les quatre bocaux C, D, E et F, renfermant comme nourriture de la viande de poisson, de la viande de bœuf, de l'albumine d'œuf de poule coagulée et du jaune d'œuf, j'ai trouvé une abondance de femelles, quoique leur proportion vis-à-vis des mâles soit moins forte que dans les expériences de M. Born.

» Je résume les données numériques dans le Tableau suivant :

» Sur cinquante œufs placés à l'origine dans chacun des vases, j'ai obtenu :

	Nombre des grenouilles métamorphosées.	♂	♀	Douteux.	Perte.	Proportion sur 100.
Dans le vase C, têtards nourris à la viande de poisson............	24	4	17	2	1	70
Dans le vase D, têtards nourris à la viande de bœuf............	33	6	25	2	»	75
Dans le vase E, têtards nourris à l'albumine coagulée..........	10	3	7	»	1	70
Dans le vase F, têtards nourris au jaune d'œuf.................	7	0	5	2	»	71

» Enfin, dans un vase mixte, dont il n'a pas été question dans ma pre-

[1] M. Born trouve une preuve de son interprétation dans le fait que, à la suite d'une erreur, une certaine quantité de limon ayant été versée dans un de ses aquariums, les jeunes grenouilles qui s'y développèrent comptaient 28 pour 100 de mâles.

mière Note, et dans lequel 38 têtards étaient nourris simultanément de viande, d'algue et de blanc d'œuf (sans limon) le nombre des femelles a été de 30 et celui des mâles de 6 seulement. Deux des jeunes grenouilles n'ont pas pu être déterminées.

» Pris isolément, les chiffres qui précèdent ne me paraissent pas très importants : le nombre des individus expérimentés est évidemment trop petit pour permettre des moyennes significatives. Toutefois, lorsqu'on les rapproche de ceux de M. Born, ils prennent de la valeur. Ils paraissent, en particulier, démontrer que la qualité des espèces alimentaires que j'ai expérimentées ne joue pas de rôle distinct sur le sexe. Il sera intéressant de multiplier ces recherches, en les étendant à d'autres éléments (graisses, sucres, etc.). Pour le moment, il semble donc confirmé qu'une nourriture spéciale, accordée aux jeunes têtards dès leur sortie de l'œuf, favorise chez eux le développement d'une glande génitale femelle, comme l'a découvert M. Born. »

EMBRYOLOGIE. — *Développement de l'œuf des Mélicertes.* Note de M. **L. Joliet**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le développement de l'embryon des Rotateurs n'a encore été étudié que dans deux genres, dans le genre Brachion par Salensky et dans le Pédalion par M. Barrois. Le mode de segmentation est encore inconnu.

» Bien que nous ayons constaté que le développement de l'œuf d'hiver et de l'œuf mâle concorde d'une manière générale avec celui de l'œuf d'été femelle, c'est plus spécialement sur ce dernier que nos recherches ont été faites.

» Dans la poche de maturation, il présente au milieu de la vésicule germinative une tache germinative petite, mais très nette. Après la ponte, cette tache ne tarde pas à disparaître. Il ne m'a paru y avoir émission d'aucun globule polaire. Le premier plan de segmentation perpendiculaire au grand axe de l'œuf, qui est un ovoïde irrégulier, le divise en deux segments très inégaux. A partir de ce moment, ces deux segments se divisent symétriquement et de manière à fournir chacun huit des sphères qui composent l'œuf au stade seize. On remarque seulement que les sphères dérivées du plus gros segment primitif sont plus grosses que les autres, et d'autant plus grosses qu'elles s'éloignent davantage du pôle animal.

» Il semble que chacun ait pour ainsi dire son degré d'animalité. Pendant toute la durée de la segmentation, le jeu des noyaux et des asters est

fort remarquable. On observe également un mouvement de rotation, déjà aperçu par M. Barrois dans le Pédalion, et qui tend à transporter les sphères dérivées du petit segment du pôle animal au pôle opposé, en longeant la face dorsale, tandis que les grosses sphères leur cèdent la place et glissent le long de la face ventrale.

» Au stade seize, l'œuf se compose d'une file de quatre petites cellules dérivées du petit segment et occupant la face dorsale, d'une file de quatre sphères de plus en plus grosses occupant la face ventrale, et de deux files de quatre cellules placées sur les côtés et dérivées quatre du gros et quatre du petit segment.

» C'est seulement à partir de ce stade seize que les cellules dorsales et latérales commencent à se multiplier beaucoup plus vite que les ventrales et à s'étendre sur leurs côtés. A mesure que ces petites cellules se glissent sur la surface des grosses, celles-ci s'enfoncent par un mouvement de bascule qui entraîne d'abord les moins volumineuses, jusqu'à ce qu'enfin la dernière et la plus grosse d'entre elles glisse à son tour sous les premières, laissant un orifice, le blastopore, qui reste visible pendant quelque temps, à peu près exactement à l'endroit où se formera plus tard la bouche.

» Par la place même qu'elle occupe dès le moment de la fermeture du blastopore, il est facile de voir que la dernière sphère enveloppée correspond à l'intestin qu'elle servira à former, sinon totalement, du moins en grande partie.

» De même, par la manière dont s'est faite l'inclusion, les deux grosses sphères suivantes se trouveront, sur la face ventrale de la première, dans la situation qu'occuperont les organes génitaux. Plus tard, quand les sphères viendront à se diviser et à se subdiviser, cette disposition deviendra très obscure; mais, pendant un certain temps après la fermeture du blastopore, elle reste remarquable et montre que l'embryon est formé, sinon de feuillets continus, au moins de masses de tissu qui correspondent sensiblement à l'endoderme, au mésoderme et à l'ectoderme des animaux supérieurs, par leur position et leur destination.

» Quand la subdivision a été poussée à sa dernière limite, l'œuf se présente sous la forme d'une masse finement framboisée, dans laquelle on reconnaît seulement une couche extérieure plus claire et une centrale foncée. La région céphalique reste toujours moins obscure. On ne distingue plus le blastopore.

» Bientôt on voit paraître, sur le côté et le long de la face ventrale, un sillon oblique qui étrangle la masse et en sépare la queue; celle-ci se trouve ainsi

repliée sous le ventre et dirigée vers la tête comme dans l'embryon du Brachion et du Pédalion.

» Vers le niveau de l'extrémité caudale paraît, dans la masse céphalique, une dépression; je ne sais si elle correspond à l'enfoncement décrit par Salensky dans le Brachion, mais elle indique l'apparition, non pas de la bouche, mais de la fossette vibratile placée chez l'adulte au-dessous de la lèvre. Un peu plus tard et un peu au-dessus apparaît la bouche, comme une dépression qui s'enfonce assez sans doute pour former le pharynx, mais certainement trop peu pour former le menton. Plus tard encore se formera, sur le dos également, par une invagination de l'ectoderme, le cloaque qui, très long dans l'adulte, est encore très court dens la larve et reste réduit à une simple échancrure dans les flosculaires. La région céphalique est bientôt limitée par un léger repli qui indique le bord du revêtement chitineux. Les yeux apparaissent comme deux points rouges; des cils commencent à remuer, d'abord sur la fossette infra-buccale, puis sur la bouche, enfin sur le sommet de la tête, où ils forment comme une couronne. L'armature du mastax se constitue, la queue se retire petit à petit vers l'extrémité de l'œuf, dont enfin elle rompt l'enveloppe. Elle a déjà été décrite par plusieurs auteurs; je n'insisterai que sur ce fait qu'elle présente, comme la larve de *Lacinularia*, figurée par Huxley, des cils sur trois points du corps : une couronne continue, et alors à peine sinueuse, placée au-dessus de la bouche; un deuxième cercle entourant cette couronne et la bouche, s'étendant même sur la fossette vibratile; enfin un bouquet de cils à l'extrémité de la queue. La larve reste active pendant quelques heures, puis elle se fixe, grâce aux glandes que renferme sa queue. C'est alors qu'elle commence à recueillir dans sa fossette vibratile les particules tenues en suspension dans l'eau. Elle les y mêle avec la sécrétion de la glande prise jusqu'ici pour un ganglion, et, suivant les judicieuses observations de Gosse et de Williamson, elle en forme ces boulettes qui, juxtaposées, constituent le tube qu'elle habite. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur la spermatogénèse chez les Sélaciens*. Note de M. G. **Herrmann**, présentée par M. Robin.

« On sait que, sur les Sélaciens, les canalicules du testicule se terminent par des dilatations ampullaires de forme sphérique, dans lesquelles sont contenus les éléments fondateurs des spermatozoïdes. La spermatogénèse

étant continue chez ces animaux, on peut en observer simultanément les diverses phases pendant toute l'année.

» Sur une section transversale du testicule de la Roussette (*Scyllium canicula*), par exemple, on voit que la partie interne de l'organe renferme des spermatozoïdes à peu près parfaits; à mesure qu'on s'éloigne de cette partie, les éléments sont moins avancés dans leur évolution; sa portion externe, enfin, présente la même structure que les testicules des sujets très jeunes avant le début des fonctions génitales.

» Chaque ampoule renferme un nombre variable d'ovules mâles (ou cellules mères des spermatoblastes), et tous ceux d'une même ampoule présentent exactement la même phase évolutive.

» Tandis que chez les Vertébrés supérieurs l'ovule mâle produit par gemmation un certain nombre de spermatoblastes dont chacun donnera un spermatozoïde, cet élément donne ici naissance, par *formation endogène* (débutant par une segmentation du noyau ovulaire), à des cellules parfaitement distinctes répondant aux gemmes spermatoblastiques des Mammifères. On peut suivre les progrès de cette multiplication ou individualisation cellulaire dont le dernier terme est représenté par la production d'un amas de soixante cellules environ, qui sont réunies en une sorte de grappe allongée par les restes du corps cellulaire de l'ovule mâle.

» Les cellules prennent une position superficielle, de manière à constituer, en se juxtaposant, la paroi d'une sorte de cul-de-sac ouvert à son extrémité interne et dont la cavité est remplie d'une masse de protoplasma grenu. Chez l'Ange (*Squatina angelus*), chacun de ces éléments se compose d'un corps sphérique, finement granuleux, ayant $0^{m},01$ de diamètre et renfermant un noyau arrondi et homogène de $0^{m},006$.

» La transformation du spermatoblaste en spermatozoïde s'annonce par l'apparition d'un corpuscule de forme ovoïde, réfringent d'abord, puis granuleux, mesurant $0^{mm},003$, suivant son plus grand diamètre. Il paraît résulter d'une sorte de condensation du protoplasma cellulaire, n'est jamais en contact avec le noyau, et ne prend aucune part à la formation du spermatozoïde. Bientôt, en effet, on le voit pâlir, s'étirer suivant sa longueur, et se résoudre finalement en une zone granuleuse qui occupe, en forme de *calotte* superficielle, un segment plus ou moins étendu de la cellule. Le spermatozoïde lui-même débute par l'apparition, à la surface du noyau, d'un point foncé, qui ne tarde pas à prendre la forme d'un petit disque réfringent, clair au centre, avec un bord opaque : c'est le *nodule céphalique* (équivalent du *Spitzenknopf* de Merkel).

» Ce petit disque gagne en étendue et recouvre, comme une coiffe hémisphérique, une portion de plus en plus considérable du noyau. Au sommet, on distingue toujours le nodule primitif aplati ou légèrement excavé.

» C'est à cette époque que l'on voit apparaître ensuite : 1° une petite barre rectiligne allant de la surface du noyau à la périphérie du corps cellulaire, où elle se termine par un léger renflement : c'est le *segment intermédiaire;* 2° le *flagellum* ou filament caudal, très mince, partant du renflement postérieur du segment intermédiaire et s'étendant sur une longueur notable dans la masse protoplasmique de l'ovule mâle enveloppée par la rangée de spermatoblastes. Le filament offre déjà des mouvements.

» Les changements extérieurs consistent principalement en un allongement du segment intermédiaire, et surtout du noyau avec sa coiffe. Ce dernier ne tarde pas à se dégager du corps cellulaire par son sommet, que couronne le nodule céphalique; long d'environ $0^{mm},012$, il paraît divisé en deux moitiés à peu près égales, l'antérieure engagée sous la coiffe, la postérieure en contact avec le segment intermédiaire; le bord de la coiffe forme à la limite des deux hémisphères un léger bourrelet marginal.

» Dès lors l'hémisphère postérieur cesse de se développer, tandis que l'autre, recouvert toujours par la coiffe, subit un allongement rapide, se dégage complètement du corps cellulaire et commence à se contourner en spirale.

» Au stade suivant la partie supérieure du noyau n'est plus visible. La *coiffe céphalique* et la substance nucléaire incluse se sont changées en un filament mince, enroulé en spirale. Cette spirale a environ douze tours de spire et une longueur de plus de $0^{mm},1$; elle se colore encore par les réactifs, comme faisait le noyau lui-même. Le segment intermédiaire, entouré d'un étroit manchon de protoplasma, est long de $0^{mm},05$; le flagellum mesure environ $0^{mm},1$.

» Plus tard, la *spire céphalique* se transforme, en commençant par son extrémité antérieure, en un pas de vis rectiligne très fin, le segment intermédiaire n'est plus visible que comme une portion aplatie précédant le filament caudal, et ainsi le spermatozoïde a atteint sa forme définitive. Les spermatozoïdes sont réunis en un faisceau, les têtes tournées vers la périphérie de l'ampoule testiculaire, les queues regardant le centre. Entre la paroi de l'ampoule et l'extrémité de chaque faisceau de têtes, on observe un noyau volumineux entouré d'une quantité de protoplasma. Il n'existe rien qui rappelle les *cellules de soutien* que divers auteurs ont décrites dans les tubes séminifères des Mammifères. »

M. F. **Hément** adresse quelques nouvelles observations, à l'appui de ses remarques sur les caractères offerts par la parole, chez les sourds-muets qui parviennent à articuler des sons.

Selon M. Hément, après huit ou dix années de bonnes études, la voix ne présente plus, chez les sourds-muets, la rudesse qui a frappé M. Blanchard, et il est possible, dans bien des cas, d'y reconnaître un *accent* particulier, en rapport avec l'origine des sujets.

A l'appui de l'influence qu'exerce l'hérédité sur les caractères de la prononciation, M. Hément cite des exemples d'enfants restés orphelins peu de temps après leur naissance, et présentant, comme leurs parents, soit une tendance à parler du nez, soit une difficulté à prononcer certaines articulations, comme celle de l'*s* ou du *ch*.

M. **Delaurier** adresse une Note relative à l'emploi externe du chlorure de zinc dans certaines affections.

M. **Daubrée** présente, de la part de M. le professeur *Cossa*, un Ouvrage, en langue italienne, intitulé « Recherches chimiques et minéralogiques sur les roches et minéraux d'Italie », dont ce savant est l'auteur, et appelle l'attention sur l'intérêt que présente cet Ouvrage.

« Des roches judicieusement choisies ont été l'objet d'un examen minéralogique et chimique approfondi. A cet effet, M. Cossa a fait préparer une nombreuse série de plaques minces, dont beaucoup de grandes dimensions et fort instructives. Quant aux analyses chimiques, elles donnent le dosage non seulement des corps essentiels, mais aussi de ceux qui, comme le phosphore, le titane, le chrome, le nickel, ne s'y présentent ordinairement qu'en faible quantité. L'auteur annonce que, dans toutes ses analyses, il s'est servi de la méthode de M. H. Sainte-Claire Deville et que, pour séparer la potasse de la soude, il a employé le procédé de M. Carnot, fondé sur l'insolubilité dans l'alcool de l'hyposulfite double de bismuth et de potasse.

» Ce travail fait connaître les roches les plus remarquables des environs de Biella : la syénite et son feldspath orthose, son feldspath triclinique, son amphibole; la diorite quartzifère porphyroïde; la diorite péridotifère; puis le feldspath à corindon, la molybdénite et l'onkosine de la même localité. Les lherzolites découvertes en plusieurs localités du Piémont, notamment à Baldissero, y compris une variété qui est à l'état de décomposition; les serpentines du Piémont, du littoral toscan, de l'île d'Elbe, de Monte Ferrato (Prato), de l'Apennin, près Bobbio, et du Saint-Gothard,

dont l'une renferme, sur 100 parties, 0,51 d'oxyde de nickel, ont été l'objet d'études spéciales.

» Parmi les questions intéressantes traitées dans le Volume, je citerai encore la diffusion dans les minéraux du cérium, du lanthane et du didyme, dont l'auteur avait antérieurement présenté quelques résultats (¹); l'explication de certaines raies du spectre de la schéelite, qui ont été imitées; enfin la reproduction artificielle, avec ses formes cristallines, du fluorure naturel de magnésium, découvert près de Moutiers et nommé *sellaïte*.

» Des figures, imprimées en couleur, représentent, avec une fidélité remarquable, diverses roches, tant en grandeur naturelle qu'à l'état de grossissement. »

La séance est levée à 4 heures un quart.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 novembre 1881.

(Suite.)

Mémoires couronnés et publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique, collection in-8°; t. VI, troisième et dernier fascicule. Bruxelles, impr. Hayez, 1881; br. in-8°.

Le petit formulaire. Choix de formules nouvelles; par le Dr Courtisson. Paris, Savy, 1881; in-32°.

Ornithologie d'Angola; par J.-V. Barboza du Bocage. Lisbonne, Impr. nationale, 1877; gr. in-8° cartonné. (Présenté par M. Alph. Milne Edwards.)

Regia Scuola d'applicazione per gli Ingegneri in Bologna. Raccolta delle fotografie di alcuni instrumenti ed apparecchi del gabinetto di Geometria pratica, 1881; 1 vol. gr. in-8° cartonné.

Washington observations for 1876. — Appendix III: *Report on the total solar eclipses of july* 29 1878 *and january* 11 1880. Washington, Government printing Office, 1880; in-4° relié.

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 2 septembre 1878.

Professionnal papers of the Engineer department U. S. Army; n° 18 : *Report of the geological exploration of the fortieth parallel, made by order of the Secretary of War, according to acts of Congress of march* 2 1867, *and march* 3 1869, *under the direction of Brig. and Brt. major general* A.-A. HUMPHREYS, *chief of engineers; by* CLARENCE KING. Vol. VII. Washington, Government printing Office, 1880; in-4° relié.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; Part I, II, III; january-december 1880 ; Philadelphia, 1880; 3 liv. in-8°.

Proceedings of the American metrological Society; Vol. II, december 1878 to december 1879. New-York, 1880; in-8°.

A Memorial of Joseph Henry. Washington, Government printing Office, 1880; in-8° relié.

Proceedings of the American philosophical Society held at Philadelphia, for promoting useful Knowledge; Vol. XIX, n^os^ 107-108. Philadelphia, 1880-1881; 2 liv. in-8°. (Deux exemplaires.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 NOVEMBRE 1881.

Paléontologie française, ou description des fossiles de la France; liv. 47; *Echinodermes réguliers;* par M. G. COTTEAU. Texte, feuilles 10 à 12 du t. X, seconde partie du *Terrain jurassique*. Atlas, Pl. 299 à 310. Paris, G. Masson, 1881; in-8°.

Traité de Géologie; par A. DE LAPPARENT, fasc. III, pages 321 à 480. Paris, F. Savy, 1881; in-8°.

MARIUS FONTANE. *Histoire universelle. Les Iraniens. Zoroastre* (de 2500 à 800 av. J.-C.). Paris, A. Lemerre, 1881 ; 1 vol. in-8°.

Recherches sur Saturne, ses anneaux et ses satellites; par M. W. MEYER. Genève, imp. Ch. Schuchardt, 1881; in-4°. (Extrait des *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.*)

La comète b de 1881. *Etudes d'Astronomie physique;* par M. THURY et M. W. MEYER. Genève, imp. Ch. Schuchardt, 1881; in-8°. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles.*)

Notes sur l'archéologie préhistorique au Portugal; par M. EM. CARTAILHAC. Paris, A. Hennuyer, 1881; br. in-8°. (Extrait des *Bulletins de la Société d'Anthropologie.*)

E. CARTAILHAC. *Les sépultures de Solutré* (*Saône-et-Loire*). Toulouse, impr. Durand, Fillous et Lagarde, 1881; br. in-8°. (Extrait de la revue : *Matériaux pour l'histoire primitive de l'homme.*)

De l'industrie métallurgique chez les anciens Romains; par M. J. GIRARDIN, Correspondant de l'Institut. Rouen, impr. E. Cagniard, 1881; in-8°.

Comptes rendus des séances de la sixième conférence géodésique internationale pour la mesure des degrés, en Europe, réunie à Munich du 13 *au* 16 *septembre* 1881, rédigés par les secrétaires C. BRUHNS et HIRSCH. Berlin, G. Reimer, 1881; in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; VII^e série, t. XVIII, n^os 7, 8, 9; t. XIX, n° 1. Saint-Pétersbourg, 1881; 4 liv. in-4°.

Memorias da Academia real das Sciencias de Lisboa. Classe de Sciencias mathematicas, physicas e naturaes; t. V, Parte II; *Classe de Sciencias moraes, politicas et bellas-lettras,* t. V, Parte I. Lisboa, 1878-1879; 2 vol. in-4°.

Historia dos estabelecimentos scientificos, litterarios e artisticos de Portugal, nos successivos reinados de Monarchia; por J.-S. RIBEIRO, t. VII à IX. Lisboa, tipogr. da Academia real das Sciencias, 1879; 3 vol. in-8°.

Jornal de Sciencias mathematicas, physicas e naturaes; num. 24 à 29. Lisboa, tipogr. da Academia, 1878-1880; 6 liv. in-8°.

Elementos de Histologia geral e Histophysiologia; por ED.-AUG. MOTTA. Lisboa, tipogr. da Academia, 1880; in-8°.

Japanese-english Dictionary; by the late prof. D^r J.-J. HOFFMAN. Leyden, E.-J. Brill, 1881; 2 vol. in-8°.

Theory of the Moon's motion, deduced from the law of universal gravitation; by John N. STOCKWELL. Philadelphia, J.-B. Lippincott, 1881; in-4°.

Anniversary Memoirs of the Boston Society of natural History, published in celebration of the fifthieth anniversary of the Society's foundation, 1830-1880. Boston, published by the Society, 1880; in-4°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti; t. VII, disp. 1 à 9. Venezia, tipogr. di G. Antonelli, 1880-1881; 9 liv. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 NOVEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Faye** présente à l'Académie le Volume de la *Connaissance des Temps* pour 1883, et donne à ce sujet les renseignements suivants :

« On a tenu compte, dans le calcul des occultations et des distances lunaires, des erreurs dont les Tables de la Lune de M. Hansen sont affectées et dont M. S. Newcomb a donné l'expression.

» Les éphémérides des planètes les plus éloignées, Uranus et Neptune, avaient été calculées jusqu'ici à l'aide des Tables de M. S. Newcomb. Le Bureau des Longitudes a décidé qu'on y emploierait dorénavant celles de Le Verrier. Il en résulte que les positions du Soleil, de toutes les planètes, et les éclipses des satellites de Jupiter, sont calculées par les Tables françaises. Celles de la Lune feront seules exception, jusqu'à ce que les Tables fondées sur la théorie si complète de Delaunay soient achevées.

» Les calculs de la *Connaissance des Temps* continuent à être dirigés par notre savant confrère M. Lœwy.

» On a introduit dans la Table des positions géographiques, principalement sur les côtes du Brésil, de notables corrections, dues aux observations de M. l'amiral Mouchez.

» Enfin il n'est pas sans intérêt, au sujet d'un Volume qui doit être feuilleté chaque jour par les marins et les astronomes, de signaler l'amélioration que nous devons au zèle éclairé de l'éditeur, à savoir un papier plus fin et plus résistant, sur lequel les caractères d'impression se détachent avec une grande netteté. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelle méthode pour annuler la flexion astronomique des lunettes;* par M. YVON VILLARCEAU.

« Les expéditions projetées, en vue de résoudre les plus difficiles problèmes de l'Astronomie fondamentale et celles en cours d'exécution, m'engagent à revenir, un instant, sur la flexion des lunettes : je me propose de diminuer, par l'application de la nouvelle méthode, le petit nombre des *desiderata* que présente encore la construction d'instruments irréprochables, au point de vue de l'usage qui doit en être fait.

» Disons, immédiatement, que les renseignements favorables qui m'ont été fournis par nos plus habiles constructeurs permettent d'obtenir la solution la plus simple et la plus pratique du problème de l'anéantissement de la flexion astronomique.

» Dans ma Communication, les 11 et 18 juillet derniers, j'ai cru devoir traiter le problème de la réduction à zéro, des coefficients f et g de la flexion horizontale et de la flexion verticale, bien que le second m'ait paru être généralement négligeable dans les lunettes construites avec les précautions recommandées dans cette Note. L'existence du coefficient g tient principalement à un défaut de coïncidence des centres de gravité des systèmes objectif et oculaire, avec l'axe de figure des tubes; il importait donc de savoir si l'excentricité de ces systèmes peut, en pratique, être réduite au point où le coefficient g devienne insensible, inférieur, par exemple, à $0'',01$. Je suis heureux de pouvoir, à cet égard, m'appuyer sur la réponse affirmative des artistes. De là cette conséquence : qu'on peut se borner à faire disparaître, dans les lunettes bien construites, le coefficient f de leur flexion horizontale.

» Avant tout essai d'application de la nouvelle méthode, il sera très important de s'assurer si le coefficient g peut effectivement être traité comme nul. Or nous avons donné, dans nos précédentes Communications, un moyen simple de mesurer ce coefficient, moyen fondé sur l'emploi des collimateurs horizontaux et les observations nadirales, et exempt des effets

de la flexion du fil horizontal du réticule. Supposant donc qu'on ait suffisamment multiplié les mesures du coefficient g, il sera facile de s'assurer si les moyennes obtenues successivement convergent ou non vers zéro. Dans le cas où la moyenne définitive resterait supérieure aux erreurs des observations, ce serait l'indication de vices de construction dans l'appareil ou d'un défaut accidentel de centrage. L'intervention de l'artiste serait alors utile pour y parer, si cela est possible. Si, après une mise en état de la lunette, le coefficient g, de nouveau déterminé, continuait à excéder les erreurs des observations, on devrait, sans doute, renoncer à l'anéantissement du coefficient f. Dans le cas contraire, la nouvelle méthode serait avantageusement applicable.

» Avant de l'exposer dans ses détails, je dois en faire connaître le principe. De la théorie générale de la flexion, j'ai déduit un théorème très simple, qui peut s'énoncer ainsi : *L'application simultanée, sur une lunette bien construite, de deux poids* P *et* P' *se faisant équilibre, détermine une variation de la flexion astronomique f, proportionnelle à leur différence* (P — P').

» *Disposition préalable des tubes à leurs extrémités libres.* — Concevons qu'en arrière de l'espace nécessaire pour recevoir le couvercle de l'objectif, le tube présente une surface cylindrique d'un diamètre un peu supérieur à celui de son extrémité libre, et d'une largeur de quelques centimètres, puis que l'extrémité du tube, du côté de l'oculaire, offre une disposition pareille; enfin concevons que, dans le voisinage des limites des deux surfaces cylindriques dont il s'agit, l'artiste ait pratiqué deux gorges destinées à maintenir des anneaux de fil de fer supportant des *masses d'essai*, de poids P_1 et P_2.

» La lunette étant équilibrée, et dans son état naturel, c'est-à-dire en l'absence de toute surcharge, je désignerai par f_0 le coefficient de la flexion horizontale, fourni par l'observation des collimateurs, flexion qu'il s'agit de faire disparaître.

» Il est nécessaire d'obtenir deux nouvelles mesures f_1 et f_2 de la flexion produite par les poids P_1, P_2 appliqués aux tubes, comme l'indiquent les dispositions suivantes, où, pour plus de simplicité, nous remplaçons la lunette par l'axe commun de figure des tubes, A désignant la position de l'axe de rotation. Les lettres f_1 et f_2, inscrites sur le prolongement de l'axe de figure des tubes, indiquent la disposition spéciale à la mesure de chacune des quantités f_1 et f_2. Le maintien de l'équilibre du système exige

que les *poids d'essai* P_1 et P_2 aient, avec les distances L_1 et L_2 de leurs points d'application à l'axe A, la relation

$$P_1 L_1 = P_2 L_2. \tag{1}$$

Oculaire. Objectif.
L_2 A L_1
P_2 P_1

Oculaire. Objectif.
A
L_1 L_2
P_1 P_2

» Les valeurs de f_1 et f_2 étant obtenues par les observations faites, sur les collimateurs, dans ces conditions, je désignerai par p le poids d'une masse additionnelle à appliquer du côté de l'objectif, à la distance L de l'axe de rotation A, p' le poids d'une autre masse à appliquer à la distance L_1 de A, du côté de l'oculaire, pour anéantir la flexion astronomique f. Le problème est susceptible d'une infinité de solutions : la suivante est celle qui répond aux minima de p et de p'.

» Posons

$$z = \frac{f_0}{f_2 - f_1}; \tag{2}$$

nous aurons à considérer les deux cas $z \gtrless 0$, et les solutions seront

$$1^\circ\ z > 0: \quad \frac{p}{P_1} = \frac{p'}{P_2} = +2z, \quad L = L_1, \quad L' = L_2; \tag{3}$$

$$2^\circ\ z < 0: \quad \frac{p}{P_2} = \frac{p'}{P_1} = -2z, \quad L = L_2, \quad L' = L_1, \tag{4}$$

équations qui feront connaître p, p', L et L'.

» Pour obtenir de bons résultats, il conviendrait que la quantité $f_2 - f_1$ fût, en valeur absolue, au moins double de f_0. S'il en était autrement, on recommencerait les opérations, au moyen d'un accroissement facile à déterminer, des poids P_1 et P_2.

» Il est essentiel de faire connaître que les différences $f_1 - f_0$, $f_2 - f_0$ doivent être égales et de signes contraires, ce qui offrira un critérium relativement à l'opportunité de l'application de la méthode.

» Ayant ainsi fixé les valeurs des poids p et p', l'artiste n'aurait qu'à construire deux simples anneaux de poids respectivement égaux à p et p', qu'il fixerait aux distances de l'axe A, déterminées par les formules (3) ou (4) suivant le cas. De cette manière, on modifierait très peu la figure de l'instrument.

» On pourrait craindre qu'une lunette ainsi corrigée, à une certaine température, ne vînt à présenter une flexion sensible à la suite du déplacement du système oculaire, qu'un changement notable de température aurait rendu indispensable : or, la théorie montre que, dans les limites restreintes de ce déplacement, la flexion astronomique ne peut éprouver qu'une variation insensible.

» La simplicité de la solution que nous proposons décidera sans doute les constructeurs d'instruments de précision à prendre les dispositions nécessaires pour son application ultérieure ([1]). »

([1]) La méthode exposée dans le texte suppose la quantité z convenablement déterminée. Or, il se pourrait que la différence $f_2 - f_1$ devînt, à raison des erreurs des observations, très voisine de zéro, tandis que les mêmes erreurs eussent pour résultat d'accroître sensiblement la valeur absolue de f_0. Dans ces circonstances, la quantité z pourrait acquérir une valeur assez considérable pour qu'on dût renoncer à l'emploi des formules (3) ou (4), dans la détermination des poids p et p'.

Ici la théorie des probabilités nous vient en aide pour lever la difficulté.

Désignant par ε, soit la limite admissible des erreurs des f observés, soit leur erreur probable, la solution suivante correspondra à la limite ε dans le premier cas, ou bien à une valeur probable de l'inconnue z dans le second cas.

Posons, pour abréger,

$$(5)\qquad m = (f_2 - f_1)^2 - 3\varepsilon^2, \qquad n = f_0^2 - 3\varepsilon^2, \qquad \mu = f_0(f_2 - f_1),$$

et désignons par ψ un angle auxiliaire, compris entre $\mp 90°$; on calculera z par les formules

$$(6)\qquad 1° \ mn > 0: \quad \sin\psi = \frac{\sqrt{mn}}{\mu}, \qquad z = +\sqrt{\frac{n}{m}}\,\mathrm{tang}\,\frac{1}{2}\psi,$$

$$(7)\qquad 2° \ mn < 0: \quad \mathrm{tang}\,\psi = \frac{\sqrt{-mn}}{\mu}, \qquad z = -\sqrt{-\frac{n}{m}}\,\mathrm{tang}\,\frac{1}{2}\psi.$$

Au moyen de ces valeurs de z, la solution s'achèvera en faisant l'application des formules (3) ou (4), suivant le cas.

Comme il peut être utile, pour la discussion, de connaître les corrections δf qui résul-

THERMOCHIMIE. — *Sur les états isomériques des sels haloïdes.* Note de M. BERTHELOT.

« 1. On sait que l'*iodure de mercure* est dimorphe, et se présente sous deux états cristallisés distincts, le jaune et le rouge, seul stable à froid. J'ai étudié la chaleur dégagée par leur métamorphose réciproque. Pour l'évaluer avec certitude, il est nécessaire de réaliser un état final toujours identique, en formant un sel double soluble, au moyen de l'iodure de potassium : en effet, j'ai observé que l'iodure de mercure, alors même qu'il a repris l'apparence rouge, peut contenir encore de l'iodure jaune, pendant un temps parfois fort long. J'ai trouvé :

	Cal
(1) HgI rouge, en beaux cristaux, 227^{gr} dissous dans 3KI ($1^{éq}$ ou $166^{gr} = 2^{lit}$) à $12°,3$ dégage	+ 2,8
(2) HgCl ($1^{éq} = 4^{lit}$) + KI ($1^{éq} = 2^{lit}$) à $13°,5$, forme HgI, en dégageant	+13,5
HgCl ($1^{éq} = 4^{lit}$) + 4KI ($1^{éq} = 2^{lit}$) à $13°,4$ donne une liqueur claire	+16,1
D'où résulte pour la dissolution de HgI, au moment même de sa précipitation.	+ 2,6

chiffre qui ne s'écarte pas sensiblement du précédent.

(3) HgI rouge cristallisé, porté à 120° et projeté dans 3KI; en déduisant la chaleur cédée entre 120° et 12°, d'après la chaleur spécifique moléculaire de HgI (9,5)	+ 2,8
(4) HgI jaune sublimé, refroidi, puis dissous dans 3KI à 14° (¹)	+ 4,33

---

tent de l'emploi des formules précédentes, j'ajouterai celles qui servent à les calculer :

(8) $$\operatorname{tang}\zeta = z,$$

(9) $$\left\{ \begin{aligned} q \sin\upsilon &= f_2 - f_1, \\ q \cos\upsilon &= f_0, \end{aligned} \right\} \text{ d'où } \upsilon \text{ et } q,$$

(10) $$\delta f_0 = -q\cos(\upsilon + \zeta)\cos\zeta, \quad \delta(f_2 - f_1) = +q\cos(\upsilon + \zeta)\sin\zeta,$$

et l'on aura, pour vérification,

(11) $$(\delta f_0)^2 + [\delta(f_2 - f_1)]^2 = 3\varepsilon^2.$$

Nous rencontrons ici, soit dit en passant, une application de la théorie des probabilités à un cas où le nombre des inconnues (trois) dépasse celui des équations (un), application tout à fait en dehors des usages habituels de ladite théorie. Aussi devra-t-on repousser l'idée d'attribuer, à la solution qu'on vient d'obtenir, un degré de rigueur que les données du problème ne sauraient comporter.

(¹) Lorsque l'iodure jaune est assez divisé pour que sa dissolution soit presque instantanée, le thermomètre continue à monter pendant quelques instants, comme si l'iodure jaune se dissolvait d'abord comme tel. L'écart s'est élevé jusqu'à $+ 0^{Cal},86$.

(5)	HgI jaune, préparé par simple échauffement, puis refroidi et dissous..... (Ce corps renferme déjà quelques points rouges).	$+4^{Cal},04$
(6)	HgI fondu, puis solidifié, refroidi, dissous, etc. (même remarque).......	$+4,13$
(7)	HgI rouge porté à 150° et en partie seulement transformé en jaune, projeté dans 3KI; la chaleur cédée de 150° à 12° étant déduite..............	$+3,5$
(8)	HgI porté vers 180°, jauni, refroidi à 150°, projeté dans 3KI, etc.......	$+4,4$
(9)	HgI porté vers 180°, jauni et projeté aussitôt dans 3KI, etc............	$+4,1$

» Ces expériences sont fort délicates, à cause de la promptitude des changements d'état. J'adopte $+4^{Cal},3$ comme la valeur la plus exacte.

Hg liq. + I solide = HgI jaune, $+15^{Cal},5$; HgI rouge........	$+17^{Cal},0$
HgI jaune, devenant HgI rouge (227^{gr}), dégage.............	$+1,5$

» Cette dernière quantité de chaleur serait susceptible de porter le corps jaune, pris à 10°, vers 170°, température supérieure à celle de la transformation inverse : ce qui montre que le changement total de l'iodure rouge en iodure jaune ne saurait être instantané. Je rappellerai ici que l'iodure de mercure, dissous dans l'alcool bouillant, peut en être séparé, par refroidissement ou addition d'eau, à l'état d'iodure jaune; il semble donc que ce dernier état préexiste dans certains dissolvants, et peut-être aussi dans certaines combinaisons.

» 2. La formation de l'*iodure d'argent* précipité dégage des quantités de chaleur qui peuvent aller en croissant pendant quelques minutes (*Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 185). Je vais reprendre cette étude, préciser les conditions du phénomène, ses limites et ses relations avec l'état antérieur des corps générateurs.

» L'ordre relatif suivant lequel on mêle les liqueurs est ici fort important. L'iodure de potassium étant versé dans l'azotate d'argent, les états se succèdent si vite que le thermomètre indique seulement l'état final, au bout du temps indispensable pour que cet instrument se mette en équilibre.

» KI ($1^{éq} = 2^{lit}$) versé dans AzO^6Ag ($1^{éq} = 8^{lit}$) à 11° dégage :

Après une demi-minute........... $+26^{Cal},9$; $+26^{Cal},8$; $+26^{Cal},9$ (trois essais)

» Au contraire, AzO^6Ag ($1^{éq} = 2^{lit}$) versé dans KI ($1^{éq} = 8^{lit}$) à 11°, la liqueur étant mélangée très vivement, a dégagé :

Après une demi-minute..............	$+21^{Cal},06$
Après une minute....................	$+23,67$
Après une minute et demie............	$+26,20$
Après deux minutes..................	$+26,72$

» Le dernier chiffre est ramené à une valeur identique avec $+26^{\text{Cal}},9$ si l'on tient compte des dilutions inégales, lesquelles représentent, d'après des expériences directes, $+0^{\text{Cal}},16$.

Ainsi l'état final des deux précipités étant le même, l'état initial de l'iodure d'argent peut varier de $+6^{\text{Cal}},6$; chiffre inférieur sans doute à celui que l'on observerait, si l'on pouvait saisir le précipité à l'instant même de sa formation, et dans les conditions où sa constitution se rapproche le plus possible de celle de l'iodure alcalin dont il dérive [1].

Pour assigner la limite de ces changements au bout d'un temps quelconque, j'amène l'iodure d'argent à un état final toujours identique, en le dissolvant dans le cyanure de potassium.

(1) Redissolution immédiate de AgI précipité, en versant dans la liqueur même 3KCy ($1^{\text{éq}}=2^{\text{lit}}$)................	$+8^{\text{Cal}},17$ et $+8^{\text{Cal}},0$
(2) AgI humide, lavé par décantation, après 48^{h} de repos..	$+8^{\text{Cal}},2$

» Examinons l'iodure d'argent séché à 200° et ce corps cristallisé [2].

	Cal
(3) AgI précipité redissous immédiatement dans 6KCy ($1^{\text{éq}}=2^{\text{lit}}$)......	+10,1
(4) AgI séché à 200° » »	+10,2
(5) AgI en beaux cristaux datant de douze ans »	+10,4
(6) AgI cristallisé, de préparation récente.........................	+10,1

» Tous les états amorphes réalisés, soit au bout de quelques minutes, soit par la conservation à froid, soit par l'échauffement à 200°, sont donc identiques, contrairement à ce que l'on aurait pu croire. En outre, ces états amorphes sont transformables dans l'état cristallisé, en vertu d'une série de travaux moléculaires dont la somme est sensiblement nulle.

» On a encore

Ag + I solide = AgI cristallisé: $+14^{\text{Cal}},3$: AgI amorphe, de $+7^{\text{Cal}},7$ à $+14^{\text{Cal}},3$.

» 3. Soit le *chlorure d'argent* précipité.

	Cal
(1) AgCl précipité et redissous aussitôt dans 3KCy ($1^{\text{éq}}=2^{\text{lit}}$) à 11°.....	+19,0
(2) AgCl lavé, après quarante-huit heures de repos..................	+18,8

(1) *Voir* mes observations analogues sur les carbonates d'argent et de plomb, sur les oxydes de chrome et d'aluminium, etc. (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IV, p. 174, 176 et 177).

(2) Je dois ce corps, ainsi que le chlorure et le bromure d'argent cristallisés, à l'obligeance de M. Debray. Certains échantillons avaient été préparés, il y a douze ans, lors de ses intéressants travaux sur ces composés; d'autres sont de date toute récente.

		Cal
	(3) AgCl précipité, redissous aussitôt dans $4KCy (1^{éq} = 2^{lit})$	+20,3
	(4) AgCl séché à 200°	+20,9
	(5) AgCl cristallisé (Debray) ancien	+20,6
	(6) AgCl cristallisé, autre préparation ancienne	+20,3
	(7) AgCl cristallisé récent	+20,5

» La conclusion est la même pour les divers états amorphes, comparés entre eux et avec l'état cristallisé.

» Les variations initiales des états amorphes ont été trouvées trop rapides pour être observées. On a d'ailleurs

$$Ag + Cl = AgCl \text{ amorphe ou cristallisé} : +29^{Cal},2.$$

» 4. Le *cyanure d'argent* précipité, examiné aussitôt, ou après quarante-huit heures, a été trouvé identique

$$Ag + Cy = AgCy \text{ amorphe} : +3^{Cal},6.$$

» 5. Le *bromure d'argent* se comporte comme l'iodure :

KBr $(1^{éq} = 2^{lit})$ versé dans + $AzO^6Ag (1^{éq} = 8^{lit})$, dégage à 11°..... $+20^{Cal},7$
$AzO^6Ag (1^{éq} = 2^{lit})$ versé dans KBr $(1^{éq} = 8^{lit})$, dégage d'abord...... $+17^{Cal},4$

et la chaleur augmente en quelques minutes jusqu'à $+20^{Cal},4$; c'est-à-dire $+20^{Cal},6$ en la rapportant aux mêmes dilutions que ci-dessus. L'écart entre l'état initial et l'état final est de $+3^{Cal},0$.

	Cal
(1) AgBr précipité et redissous immédiatement dans $4KCy (1^{éq} = 2^{lit})$	+15,6
(2) AgBr desséché à 200°	+16,0
(3) AgBr cristallisé (récent)	+15,8

» Mêmes conclusions pour les états amorphes comparés entre eux, au bout de quelque temps, ainsi que pour l'état cristallisé. On a dès lors

$Ag + Br$ liq. $= AgBr$ crist. : $+23^{Cal},7$, AgBr amorphe..... de $+20^{Cal},7$ à $+23^{Cal},7$.

» 6. Pour pénétrer plus avant dans l'intelligence du phénomène, tâchons de préparer l'iodure d'argent, non par double décomposition, mais en le séparant simplement d'un sel double au moyen de l'eau.

(1) AgI, 3KI, HO cristallisé, traité par l'eau à 12°, a absorbé........ $-15^{Cal},7$
Et le précipité, redissous dans $12KCy (1^{éq} = 2^{lit})$, a dégagé...... $+11^{Cal},8$

» L'état stable de l'iodure d'argent aurait produit $+10^{Cal},2$; il y a

donc un excès de $+ 1^{Cal},6$, ce qui indique un état distinct dans l'iodure d'argent, au moment où il est séparé par l'eau de l'iodure double.

(2) 2AgI, 3KI, 2HO cristallisé, traité par l'eau.............	$-16^{Cal},0$
Puis le thermomètre remonte; en deux minutes il se dégage.	$+0,7$
La dissolution dans 12KCy dégage alors................	$+20,0$ ou $10^{Cal},0 \times 2$.

L'iodure avait donc atteint sa stabilité définitive au bout de deux minutes.

» J'ai fait un grand nombre de mesures analogues. Ces chiffres donnent lieu à des remarques très intéressantes.

» 7. En effet, si l'on rapporte la chaleur absorbée, dans la décomposition des iodures doubles d'argent et de potassium par l'eau, à l'état final de l'iodure d'argent, on trouve pour le premier sel : $-14^{Cal},1$; pour le second, $-15^{Cal},3$.

» Or la dissolution de l'iodure de potassium pur (3KI) dans la même quantité d'eau et à la même température, absorbe, d'après mes mesures : $-15^{Cal},96$.

» Il en résulte que la combinaison de l'iodure de potassium solide avec l'iodure d'argent stable, même jointe à la combinaison avec l'eau qui constitue les hydrates désignés ci-dessus, absorberait de la chaleur. Il en est ainsi, du moins, si on l'évalue depuis l'état final de l'iodure d'argent. Mais la formation de l'iodure double ayant lieu par synthèse directe, cette absorption de chaleur paraît contraire aux analogies; ce qui conduit à admettre que l'iodure d'argent, qui concourt à former la combinaison, y entre, non sous son état final, mais sous un certain état initial différent, et de l'ordre de ceux qui se succèdent réellement lors de sa précipitation.

» La conclusion est d'autant plus vraisemblable, que la décomposition de l'iodure double par l'eau manifeste précisément divers états successifs de l'iodure d'argent. Or la synthèse du composé double aurait lieu avec dégagement de chaleur, si l'on prenait pour état initial le premier de ceux qui ont pu être manifestés par précipitation. La formation du sel double : AgI, 3KI, HO dégagerait alors $+ 4,7$; au lieu d'absorber $- 1,9$. La formation du composé : 2AgI, 3KI, 2HO dégagerait de même $+ 12,5$; au lieu d'absorber $-0,7$. Tout se passerait donc conformément aux règles thermochimiques.

» 8. Je rappellerai que la synthèse de l'acétylène et celle du sulfure de carbone m'ont déjà donné lieu de développer des observations expérimentales et des considérations théoriques analogues. Dans le cas du sulfure de carbone en particulier, le carbone régénéré par la décomposition pyrogénée du corps se manifeste en partie sous l'état de graphite; alors même que l'on

a employé du charbon de bois pour former le composé. De même l'arc électrique, au moment où il détermine la combinaison directe du carbone et de l'hydrogène, transforme le carbone en partie en gaz, en partie en un graphite doué de propriétés spéciales.

» La synthèse de ces composés, aussi bien que celle des iodures doubles d'argent, résulte du concours d'énergies de divers ordres : les unes empruntées aux actions chimiques proprement dites, lesquelles associent avec dégagement de chaleur les corps composants, pris sous des états convenables; les autres empruntées aux actions calorifiques (ou électriques dans le cas de l'acétylène), lesquelles ramènent au préalable les composants à ces états isomériques convenables. Les dernières actions déterminent ainsi, et dans l'acte même de la production de ces états nouveaux, des transformations régressives, comparables aux dissociations; comme dans les expériences classiques de M. Troost sur le paracyanogène et sur le phosphore rouge. J'ai mis en évidence ce caractère régressif des métamorphoses, par l'étude des équilibres qui les accompagnent, dans la synthèse de l'acétylène et dans celle du sulfure de carbone : nous le retrouverons dans l'étude des iodures doubles.

» 9. Les changements successifs de l'iodure d'argent, tel qu'il est formé par précipitation au moyen de l'iodure de potassium, suscitent d'autres remarques, non moins importantes que les précédentes. En effet, tous ces changements s'opèrent dans l'état amorphe ; le passage même de l'état final amorphe à l'état cristallisé ne répondant à aucun phénomène thermique notable, c'est-à-dire que la somme des travaux accomplis dans ce passage est sensiblement nulle. C'est précisément ce que j'avais déjà établi pour le passage du soufre amorphe au soufre octaédrique.

» J'ai démontré qu'il en est de même en Chimie organique, toutes les fois que l'on passe d'un certain corps à un corps isomère, de même fonction chimique. Au contraire, un dégagement de chaleur notable se produit en général, lorsqu'il y a changement de condensation (polymérie), ou changement de fonction chimique avec permanence de la condensation. Mes conclusions à cet égard ont été confirmées par les observations ultérieures de M. Louguinine et de plusieurs autres savants.

» On est ainsi conduit à admettre que les changements exothermiques accomplis dans l'état de l'iodure d'argent répondent soit à une polymérisation, soit plutôt à un véritable changement de fonction chimique. Ce changement amènerait l'iodure d'argent depuis une constitution analogue à celle des iodures alcalins, qui l'engendrent par leur métamorphose, jusqu'à

une constitution comparable à celle de l'iodure de mercure et des sels métalliques proprement dits, dont il se rapproche si étroitement dans l'état cristallisé. La diversité de constitution des sels haloïdes des métaux alcalins, comparés aux sels cosrespondants de plomb, de mercure et d'argent, résulte en effet de l'inversion des quantités de chaleur dégagées par l'union des oxydes de ces deux groupes de métaux avec les oxacides et les hydracides. Les oxacides et les hydracides développent à peu près la même quantité de chaleur en s'unissant aux bases alcalines, dans l'état dissous : tandis que les hydracides développent bien plus de chaleur que les oxacides, en s'unissant aux oxydes de plomb, de mercure et surtout d'argent; cette dernière formation l'emportant même sur celle des sels alcalins. Les états multiples de l'iodure d'argent traduiraient cette diversité, l'état instable répondant aux analogies bien connues des sels d'argent avec les sels des métaux alcalins. »

ZOOLOGIE. — *Compte rendu sommaire d'une exploration zoologique, faite dans la Méditerranée, à bord du navire de l'Etat* « le Travailleur »; par M. **Alph. Milne-Edwards**.

« En terminant le Rapport que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie l'année dernière, sur les dragages faits au mois de juillet par le *Travailleur*, j'exprimais le vœu que cette expédition, si féconde en résultats, ne fût pas la dernière de ce genre, et qu'il fût possible d'explorer de la même manière la mer Méditerranée. M. le Ministre de l'Instruction publique a compris l'importance des résultats que donneraient de semblables explorations, au point de vue du progrès des Sciences naturelles et de la Physique du globe, et il s'est entendu avec M. le Ministre de la Marine pour que le *Travailleur* fût, cette année encore, mis à notre disposition. Il avait chargé M. H. Milne-Edwards, comme président de la Commission des missions, d'organiser l'expédition. Les naturalistes qui devaient s'embarquer étaient:

» MM. A. Milne-Edwards, de l'Institut, vice-président; de Folin, directeur du journal intitulé *les Fonds de la mer;* L. Vaillant, professeur au Muséum; E. Perrier, professeur au Muséum; Marion, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille; P. Fischer, aide-naturaliste au Muséum.

» M. le D[r] Viallanes avait été adjoint à la Commission à titre d'auxiliaire.

» Afin de rendre plus certaine la réussite de cette campagne, M. le Ministre de la Marine avait bien voulu confier encore le commandement du

Travailleur à M. le lieutenant de vaisseau E. Richard qui, l'année précédente, avait dirigé l'expédition, et qui, depuis cette époque, n'avait pas cessé d'étudier la question des dragages à de grandes profondeurs. M. Richard a rendu à la Commission de grands services, car l'expérience qu'il avait acquise et les recherches qu'il avait faites lui ont permis d'organiser l'outillage du *Travailleur* d'une manière à la fois simple et pratique, et de régler les manœuvres avec une précision que nous avons souvent admirée. C'est d'ailleurs avec une véritable satisfaction que nous remercions les officiers de marine de l'ardeur avec laquelle ils nous ont aidés dans nos travaux. M. Jacquet et M. Villegente, qui, en 1880, étaient à bord du *Travailleur,* avaient tous deux été nommés, depuis cette époque, lieutenants de vaisseau; leur nouveau grade les appelait à de nouvelles fonctions; mais ils ont tenu à poursuivre une tâche qu'ils avaient si bien commencée l'année précédente, et ils ont continué leur service à bord. M. Bourget, enseigne de première classe, et M. le D[r] Rangé, ont été aussi pour nous des collaborateurs précieux, et nous sommes heureux de proclamer au retour que pendant cette longue navigation un même esprit n'a cessé d'animer les membres de la Commission scientifique et les officiers de la marine; l'entente la plus cordiale a présidé à leurs relations, et si nous avons pu, malgré l'état de la mer et dans des conditions de navigation parfois difficiles, multiplier nos investigations, nous le devons en majeure partie au zèle des officiers qui n'ont jamais hésité à doubler leurs heures de service et à surmonter bien des fatigues pour arriver à utiliser tous les moments pendant lesquels des recherches pouvaient être faites; car chaque fois que les circonstances étaient favorables, on draguait jour et nuit.

» Le *Travailleur* avait été muni, dans le port de Rochefort, d'un outillage excellent, et M. le vice-amiral de Jonquières d'abord, puis M. le vice-amiral Véron, préfets maritimes, n'avaient rien négligé pour assurer le succès de notre expédition. Appareils de sondage, câbles de diverses forces, dragues, filets, engins de pêche, tamis avaient été construits avec beaucoup d'intelligence et de soin; des bouteilles métalliques permettaient de recueillir de l'eau à diverses profondeurs, et leur fermeture était si parfaite que souvent, au moment où nous les retirions de la mer et où nous ouvrions le robinet, nous avons vu l'eau s'élancer, comme d'une bouteille d'eau de Seltz, à plus d'un mètre de hauteur. Ces échantillons d'eau ont été remis à M. Bouquet de la Grye, qui a bien voulu se charger de les analyser.

» Ainsi muni de tout ce qui était nécessaire aux recherches scientifiques, le *Travailleur* quitta Rochefort le 9 juin, pour n'y rentrer que le

19 août. Pendant ces soixante-dix jours de navigation, où nous avons parcouru plus de 2000 lieues marines, nous n'avons relâché que le temps strictement nécessaire pour embarquer du charbon et des vivres à Cadix, Marseille, Villefranche, Ajaccio, Oran, Tanger, Lisbonne et Le Ferrol; tout notre temps a été employé à faire des sondages et des dragages; mais nous ne parlerons d'abord que de ceux qui ont été effectués dans la Méditerranée, pour nous occuper ensuite de ceux de l'Océan.

» Les premières recherches méthodiques, faites à une certaine profondeur dans la Méditerranée, datent de 1841, et sont dues au naturaliste Édouard Forbes qui les limita à la mer Égée et ne dépassa pas 300^{m} de profondeur. En 1870, le *Porc-Épic* ne dragua que sur la côte septentrionale de l'Afrique, en 1875 M. Marion, au large de Marseille, ne put fouiller la mer au delà de 350^{m}; aussi les plus grands fonds restaient presque inexplorés, et c'est à leur étude que nous avons consacré une partie du mois de juin et tout le mois de juillet. Nous avons ainsi recueilli de riches collections qui ont été aussitôt mises à l'étude.

» M. L. Vaillant s'est chargé de l'examen des Poissons et des Spongiaires; M. E. Perrier s'est occupé des Échinodermes; M. Marion, de tous les autres Zoophytes et des Annélides; M. P. Fischer, des Mollusques; M. le D^{r} Jullien, des Bryozoaires; M. Terquem, des Ostracodes; M. de Folin et M. Schlumberger, des Foraminifères et des Radiolaires; M. Certes, des Infusoires et de quelques autres Protozoaires. Je me suis réservé l'étude des Crustacés. M. Stanislas Meunier a déterminé quelques-unes des roches arrachées au lit de la mer par la drague; enfin M. Périer, professeur à l'École de médecine et de pharmacie de Bordeaux, doit analyser les échantillons des fonds. Dans le compte rendu sommaire que je présente aujourd'hui à l'Académie, je ne fais qu'indiquer les résultats obtenus par les naturalistes dont je viens de citer les noms: il sera donc facile de reconnaître la part qui revient à chacun d'eux.

» De même que l'année dernière, nos dragages ne nous ont donné que de rares Poissons; nous avons pris, à des profondeurs ne dépassant pas 450^{m}, quelques *Gobins*, le *Phycis mediterranea*, plusieurs exemplaires du *Plagusia lactea*, espèce fort rare de Pleuronecte; enfin, à quelques milles de Marseille, par 1068^{m} de profondeur, les fauberts ont ramené l'*Argyropelecus hemigymnus.*

» Un grand nombre de Crustacés qui n'étaient connus que dans l'Atlantique habitent aussi les abysses de la Méditerranée. Nous avons constaté la présence du *Lispognathus* (*Dorynchus*) *Thomsoni* (Norman), si abondant dans

le golfe de Gascogne, du *Geryon* que nous avions déjà pêché dans la vallée sous-marine du nord de l'Espagne, qui doit être distingué du *Geryon tridens* de Norvège et auquel nous avons donné le nom de *Geryon longipes*, de l'*Ebalia nux* (Norman), du *Cymonomus* (*Ethusa*), *granulatus* (Norman), de la *Munida tenuimana* (Sars), du *Calocaris Macandreæ* (Bell), du *Lophogaster typicus* (Sars). Au large de Toulon, par 455^{m}, nous avons pris deux Oxyrhynques nouveaux, l'un appartenant au genre *Heterocrypta* de Stimpson (*Heterocrypta Marionis*, A. M. E.), qui ne comptait jusqu'à présent que trois espèces dont deux sont propres à l'Amérique, et la troisième à la Sénégambie. Le second n'est pas très éloigné des *Amathia;* nous l'avons appelé *Ergasticus Clouei*, pour rappeler à la fois le nom de notre navire ([1]) et celui de l'amiral Cloué, dont le concours a été des plus utiles à notre expédition.

» A la même profondeur, au large de Planier, nous avons recueilli une nouvelle espèce du genre Galathodes, si abondamment représenté dans les grands fonds de la mer des Antilles, et dont nous avions constaté la présence, en 1880, dans le golfe de Gascogne. Ce Galathodes (*G. Marionis*), de même que ses congénères, est aveugle; ses yeux existent, mais n'ont pas de pigment.

» Parmi les Mollusques, quelques espèces remarquables, draguées par 550^{m}, en vue de Marseille, méritent d'être citées : telles sont la *Pholadomya Loveni* des côtes de Portugal, la *Limopsis aurita*, la *Terebratella septata* du terrain pliocène de Sicile, et une espèce nouvelle de *Nassa*. Nous donnons d'ailleurs la liste des espèces trouvées à cette profondeur ([2]). Entre 500^{m} et 2600^{m}, il se forme, sur certains points, d'énormes amas de coquilles vides de Ptéropodes et d'Hétéropodes pélagiques, au-dessus d'un lit de vase très fine où vivent des *Nucula*, *Syndesmya*, *Leda*, *Nassa*, *Siphonentalis*, *Dentalium;* dans les fragments de bois coulés sont logés des *Xylophaga dorsalis*, qui attaquent souvent la gutta-percha des câbles télégraphiques. Sur les côtes du Maroc, nous avons recueilli la *Modiola lutea*, découverte

---

([1]) De ἐργαστικός, travailleur.

([2]) PTEROPODA, *Hyalæa tridentata*, *H. vaginellina*, *Cleodora lanceolata*. HETEROPODA, *Carinaria mediterranea*. GASTEROPODA, *Trophon vaginatus*, *Chenopus serresianus*, *Nassa lineata*, *N. Edwardsii* (nov. sp.), *Emarginula fissura*, *Ringicula leptochila*. SCAPHOPODA, *Dentalium agile*, *Siphonentalis quinquangularis*. LAMELLIBRANCHIATA, *Limopsis aurita*, *L. minuta*, *Arca pectunculoides*, *Malletia cuneata*, *Nucula sulcata*, *Pecten inflexus*, *Pecten Hoskynsii*, *Astarte sulcata*, *Isocardia cor.*, *Venus multilamella*, *Neæra cuspidata*, *N. abbreviata*, *Syndesmya longicallus*, *Pholadomya Loveni*. BRACHIOPODA, *Terebratella septata*, *Terebratula vitrea*, *Terebratulina caput-serpentis*.

en 1880 dans le golfe de Gascogne. Enfin, les sables et les boues du littoral barbaresque sont remplis de petites Marginelles qui caractérisent les fonds coquilliers de l'Espagne et du Portugal.

» L'étude des Bryozoaires des grands fonds a été jusqu'à présent presque complètement délaissée; aussi M. le Dr Jullien a-t-il trouvé dans les récoltes que nous avons faites beaucoup d'espèces remarquables et qui établissent un passage entre la faune de la Méditerranée et celle de l'Océan. Quelques-unes n'étaient encore représentées que par des formes considérées comme propres aux terrains crétacés.

» Les Cœlentérés comptent quelques types intéressants, et leur étude a révélé des faits qui méritent d'être mentionnés. Les Zoanthaires malacodermés n'ont fourni qu'un grand Ilyanthus à longs tentacules non rétractiles. Les Coralliaires sont peu nombreux. La *Caryophylla clavus* a été prise jusqu'à 300^{m} de profondeur. La *Dendrophyllia cornigera* s'est montrée au large d'Ajaccio, formant des bancs à 540^{m}; sur ses rameaux étaient fixés quelques Caryophyllies identiques à celles recueillies dans l'Atlantique par le *Travailleur*. Plusieurs *Desmophyllum crista-Galli*, semblables aux échantillons du golfe de Gascogne, ont été recueillis d'autre part par *la Charente*, au sud de Planier, sur le câble télégraphique, par 450^{m}; ils étaient associés au *Caryophylla clavus* et à la *Caryophylla electrica* (A. Milne-Edwards) que Duncan a redécrite récemment sous le nom de *C. Calveri*. La station coralligène du cap Sicié (50^{m} à 80^{m}) abrite de nombreuses Annélides, mais presque toutes ont déjà été signalées au large de Marseille; l'une d'elles, la *Serpula crater*, a été retrouvée sur le câble télégraphique jusqu'à 1800^{m} de profondeur. Nous signalerons aussi un petit Géphyrien qui jusqu'ici semblait étranger à la Méditerranée, l'*Ocnesoma Stenstrupii*, le compagnon ordinaire des Brisinga dans l'Atlantique.

» A deux reprises différentes la drague a ramené des échantillons de Brisinga, peu nombreux, il est vrai, et de faible dimension relativement à ceux de l'Océan; mais la présence dans la Méditerranée de cette magnifique Étoile de mer, que l'on avait crue jusqu'ici propre aux régions froides et profondes de l'Océan, est un fait complètement inattendu. Nos Brisinga ont été pêchées entre 550^{m} et 2660^{m}. Nous citerons également l'*Archaster bifrons*, que l'on croyait spécial à l'Atlantique, et un *Asterias* d'espèce nouvelle (*A. Richardi*, Perrier) trouvé par 540^{m} et jouissant de la faculté de se reproduire par la division de son corps en deux parties.

» Pendant toute la campagne, nous avons recueilli des échantillons des fonds qui ont été traités par l'acide osmique et placés dans des tubes bien

fermés, pour être ensuite soumis à l'examen de M. Certes. Il était, en effet, intéressant de chercher si, dans les grandes profondeurs, vivaient des infusoires semblables ou différents de ceux de la surface. Ces organismes ne s'y sont pas rencontrés; les Rhizopodes mous ou à carapace chitineuse, qui se trouvent à la surface de la mer, sont rares; enfin, l'examen des plus fines granulations n'a jamais révélé l'existence de Bactéries ou d'autres Microbes. Un sondage fait entre Nice et la Corse, à 2660^{m}, a fourni plusieurs petits *Actinophrys*.

» L'étude des Foraminifères est loin d'être achevée, mais les résultats déjà obtenus montrent la variété des espèces et la présence de nombreux types océaniens et de formes connues à l'état fossile. Un Foraminifère, entre autres, présente un grand intérêt, parce que, dans le jeune âge, il revêt les formes d'un *Cristellaria* et, plus tard, celles d'une *Nodosaria*. M. Schlumberger l'a décrit sous le nom d'*Amphicoryna*.

» Les Spongiaires des grands fonds sont très peu abondants. Au delà de 600^{m} et jusqu'à 2660^{m}, ils n'étaient représentés que par des *Tetilla* et par l'*Holtenia Carpenteri;* cette dernière espèce se rapproche beaucoup plus de la surface dans la Méditerranée que dans l'Océan; nous en avons constaté la présence par 307^{m} au large de Toulon, et, dans cette zone, elle se rencontre avec certains représentants de la faune littorale, tels que le *Polymastia mamillaris* et le *Tethya lyncurium*.

» Il résulte de nos recherches que la Méditerranée ne doit pas être considérée comme formant une province zoologique distincte; nous croyons que cette mer intérieure s'est peuplée par l'émigration d'animaux venus de l'Océan. Ceux-ci, trouvant dans ce bassin récemment ouvert [1] un milieu favorable à leur existence, s'y sont établis d'une façon définitive; souvent leur développement et leur reproduction se sont faits plus activement que dans leur patrie d'origine. Près des rivages surtout, la faune se montre d'une richesse que les autres côtes européennes présentent rarement. On comprend facilement que quelques-uns de ces animaux, placés dans des conditions biologiques nouvelles, se soient légèrement modifiés dans leur taille ou dans leurs autres caractères extérieurs, ce qui explique les différences légères existant entre certaines formes océaniques et les formes méditerranéennes correspondantes. Si l'on a cru à la séparation primor-

---

[1] Voyez, sur l'époque de la formation de la Méditerranée, BLANCHARD, *La Géographie enseignée par la nature vivante* (*Bulletin de l'Association scientifique de France*, 7 juillet 1878, p. 200).

diale de ces deux faunes, c'est principalement parce que l'on comparait les productions de la Méditerranée à celles de la mer du Nord, de la Manche ou des côtes de Bretagne, tandis qu'on aurait dû choisir comme terme de comparaison celles du Portugal, de l'Espagne, du Maroc et du Sénégal. Ce sont les animaux de ces régions qui ont dû, en effet, émigrer les premiers vers la Méditerranée, et, à mesure que nous connaissons mieux ces faunes, nous voyons peu à peu disparaître les différences que les zoologistes avaient cru remarquer entre elles. »

ANTHROPOLOGIE. — *L'homme fossile de Lagoa-Santa (Brésil) et ses descendants actuels.* Note de M. DE QUATREFAGES [1]. (Extrait.)

« On sait que le Dr Lund a été le premier à faire connaître un nombre considérable d'espèces et de genres nouveaux de Mammifères fossiles du Brésil. A ce titre, il a déjà une place à part dans l'histoire de la Paléontologie. Mais ce qui est bien moins connu, c'est qu'il a trouvé et décrit des ossements humains contemporains de ceux des espèces mammologiques éteintes; c'est-à-dire qu'il a découvert l'homme fossile américain. Ce fait résulte d'une lettre à Rafn, datée de Lagoa-Santa le 28 mars 1844. Insérée l'année suivante dans les Mémoires de la Société royale des Antiquaires du Nord, cette Lettre avait été si bien oubliée qu'elle avait échappé même à l'érudition si connue de notre confrère M. d'Archiac. J'en donne une analyse détaillée dans mon Mémoire. En la remettant en lumière, en montrant combien étaient motivées les conclusions de l'auteur, je suis heureux de contribuer à faire rendre au savant danois une justice tardive.

» Plusieurs crânes humains avaient été retirés par Lund de la caverne du Sumidouro, près de Lagoa-Santa, province de Minas-Geraës. La plupart furent envoyés à Copenhague, où ils sont encore. Ils n'ont pas été décrits. Un seul était resté au Brésil. MM. les Drs Lacerda fils et Peixoto en ont fait le sujet d'un Mémoire fort intéressant. Ils ont comparé la tête recueillie par Lund à celles de quelques Botocudos et ont montré qu'il y a de grands rapports morphologiques entre le crâne de Lagoa-Santa, regardé

---

(1) Le travail dont je donne ici un résumé a paru dans les actes du Congrès anthropologique de Moscou, 1879. Depuis cette époque, une lettre de M. Lacerda m'a appris la mort de Lund, qui a succombé cette année même après de longues souffrances. Il était au Brésil depuis 1833, et a par conséquent consacré près de quarante-huit ans à étudier la faune fossile de cette région.

par eux seulement comme très ancien, et les crânes contemporains. Ils ont conclu de cette ressemblance que les Botocudos résultent du croisement de la race de Lagoa-Santa avec quelque autre élément ethnologique. Je n'ai eu qu'à confirmer cette conclusion.

» Grâce aux héliogravures qui accompagnent le travail des savants américains, j'ai pu comparer l'homme de Lagoa-Santa à nos hommes fossiles européens et constater entre eux des différences sensibles.

» J'avais en outre cru reconnaître dès le premier jour de grandes ressemblances entre les têtes osseuses que représentent ces héliogravures et un certain nombre de crânes de la collection du Muséum, venus de divers points de l'Amérique méridionale. Ne pouvant à ce moment entreprendre l'étude détaillée de nos richesses craniologiques, je me bornai à passer rapidement en revue ce que le Muséum possède de têtes brésiliennes et ando-péruviennes. Je choisis, à vue d'œil, une série de trente-deux têtes représentant les populations qui s'étendent des bords de l'Atlantique à ceux du Pacifique et qui me parurent présenter plus spécialement les rapports dont il s'agit. Je pris sur chacune d'elles seulement les mesures principales, bien suffisantes pour mettre en évidence les ressemblances fondamentales, et les comparai à celles qu'avaient publiées MM. Lacerda et Peixoto. Le résultat de cette comparaison fut de confirmer de tout point mes premières appréciations.

» On trouvera dans le Mémoire lui-même les détails de cette étude. Je me borne à reproduire ici les conclusions qui en ressortent.

» 1° Au Brésil comme en Europe l'homme a vécu en même temps que diverses espèces de Mammifères qui manquent à la faune de l'époque géologique actuelle.

» 2° L'homme fossile brésilien, découvert par Lund dans les cavernes de Lagoa-Santa, existait à coup sûr à l'époque du Renne; mais, selon M. Gaudry, il manquait peut-être à l'époque du Mammouth.

» 3° L'homme fossile de Lagoa-Santa se distingue de tous les hommes fossiles d'Europe par plusieurs caractères, dont le plus frappant est la réunion de la dolichocéphalie et de l'hypsisténocéphalie.

» 4° Au Brésil comme en Europe, l'homme fossile a laissé des descendants qui ont contribué à former les populations actuelles.

» 5° MM. Lacerda et Peixoto ont eu raison de regarder la race botocudo comme résultant du mélange du type de Lagoa-Santa avec d'autres éléments ethnologiques.

» 6° Le nombre et la nature de ces éléments restent à déterminer, mais l'un d'eux au moins était brachycéphale.

» 7° Le type fossile de Lagoa-Santa entre aussi pour une part dans la composition des populations ando-péruviennes, et se retrouve plus ou moins accusé jusque sur le littoral du Pacifique.

» 8° Au Pérou et en Bolivie, l'élément ethnique de Lagoa-Santa accuse parfois sa présence d'une manière aussi nette qu'au Brésil.

» 9° Toutefois cet élément paraît avoir exercé une action moins générale au Pérou qu'au Brésil.

» 10° Le même élément ethnologique se retrouve, selon toute apparence, ailleurs qu'au Pérou et au Brésil. »

M. l'amiral **Pâris** présente à l'Académie la suite des plans de navires, jusqu'à la planche LX, qu'il a intitulés *Souvenirs de Marine conservés*.

« Cette seconde série contient des plans de la Marine danoise avant le siége de Copenhague, des navires arabes, entre autres *le Dahabieh*, qui servait d'habitation et de bureau à M. de Lesseps, des bateaux de pêche et des caboteurs français, des bateaux turcs, chez lesquels on trouve un mode de jonction des bordages, qui n'existe que sur la côte de Malabar et en Chine. Cette collection s'attache surtout à reproduire ce qui est disparu, ou en train d'être mis hors d'usage par l'influence des navires à vapeur; elle ne cherche pas encore à s'occuper des navires de guerre actuels, dont les Archives des Ministères conservent les tracés, ni des grands paquebots modernes. Dans la suite, elle donnera bientôt des navires oubliés, entre autres une grande galéasse d'il y a deux cents ans, qui étonne par les bizarreries de sa disposition.

» M. l'amiral Pâris explique les difficultés qu'il éprouve à recueillir les éléments nécessaires, en ce que les constructeurs ne conservent guère que les lignes premières et n'ont plus de vestiges de la mâture et l'accastillage, même pour des navires construits il y a vingt ans. L'insouciance à cet égard fait un triste contraste avec le soin mis à propager la connaissance des objets d'histoire naturelle, et pourtant le vaisseau a ses variétés suivant les époques et les lieux; il est, à bien dire, un énorme animal, dont aucun de ceux de la création n'approche, il vit et meurt sous la direction de l'homme, et, après avoir joué un grand rôle dans les sociétés humaines, tant pour les découvertes géographiques que pour les combats, il n'a pas

laissé de traces, même bien près de nous. Les navires de saint Louis et de Colomb sont des problèmes non résolus; ceux de Louis XIII commencent à être connus, quoique imparfaitement.

» Ce n'est, à bien dire, que vers la fin de Louis XV qu'on a des modèles complets, qui, après avoir été transportés intacts au Musée, ont été en partie brisés et abandonnés : aussi coûtent-ils maintenant beaucoup de travail et d'argent pour être remis en état.

» C'est pour lutter contre cette indifférence trop spéciale aux objets de la Marine que la Table de la Collection des *Souvenirs de Marine* est accompagnée d'une sorte d'invocation aux constructeurs, aux marins et aux possesseurs de données maritimes, telles que des dessins ou même des gravures, pour les prier de les communiquer, afin de continuer une œuvre que les changements incessants de notre époque rend urgente. Les éléments communiqués seront rendus à leur auteur ou donateur, et ils seront inscrits à leur nom dans la collection, comme on l'a fait jusqu'à présent. C'est dans l'espoir que cet appel sera entendu, que cette Note est insérée aux *Comptes rendus*, pour parvenir à compléter une collection historique, arrivée déjà à soixante-quatorze planches dessinées et publiées aux frais du vieux marin, qui ne cesse de chercher à payer sa dette à sa belle profession, en donnant tous ses soins au musée de Marine du Louvre, qui n'a nulle part son pareil, et en voulant laisser une sorte d'histoire naturelle du navire dans ses variétés. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur une nouvelle propriété du système nerveux*. Mémoire de M. **Brown-Séquard**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission de Médecine et de Chirurgie).

« Dans un premier travail sur ce sujet, que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie le 24 novembre 1879, j'ai rapporté des faits me paraissant établir l'existence de cette propriété qui est possédée par nombre de parties du système nerveux et qui se manifeste, à des distances quelquefois très considérables, par une influence purement dynamique, c'est-à-dire sans intervention nécessaire de la circulation et de la nutrition. Dans ma première Note, je n'avais rapporté que des faits montrant que des irritations périphériques ou centrales peuvent augmenter rapidement ou soudainement la puissance d'action ou les propriétés de plusieurs parties des centres ner-

veux. Je vais aujourd'hui non seulement mentionner d'autres faits du même ordre, mais montrer que les nerfs et même les muscles peuvent être dynamogéniés, en vertu de la puissance spéciale qui fait l'objet de ce travail.

» Parmi les faits très nombreux que j'ai observés, un des plus remarquables et des plus constants peut être aisément constaté après des irritations très diverses : il s'agit de l'augmentation de l'excitabilité du nerf phrénique et de l'irritabilité musculaire du diaphragme. Je rangerai les faits de cet ordre en deux groupes, dont le premier se compose des cas dans lesquels les effets dynamogéniques sont produits par action réflexe. J'ai trouvé, par exemple, que le plus souvent l'excitabilité du nerf phrénique, du côté correspondant à celui où l'on a fait des irritations à la peau, est augmentée presque immédiatement et à tel point que le courant faradique minimum capable de mettre le nerf en action est deux, trois, quatre, cinq ou même six fois plus faible que celui qu'il faut employer pour faire agir le même nerf chez un animal de même espèce et de même âge, et tué de la même manière, mais non soumis à l'influence dynamogénique de l'irritation de nerfs cutanés. Les irritations qui ont le plus de puissance à cet égard sont celles que l'on produit à l'aide d'applications sur la peau du thorax ou de l'abdomen soit de chloroforme, soit de chloral anhydre, soit aussi d'un froid intense, comme celui que cause un vase métallique contenant du chlorure de méthyle.

» D'autres irritations périphériques peuvent produire de la dynamogénie dans le nerf phrénique. Ainsi, par exemple, l'iritation causée par la simple section du nerf sciatique peut faire augmenter immédiatement ou très promptement l'excitabilité du nerf phrénique du côté correspondant. L'expérience peut réussir même chez un mammifère tué par ouverture de l'aorte et du thorax, de telle sorte que la respiration et la circulation sont supprimées complètement.

» Parmi les irritations des parties centrales du système nerveux qui ont une influence dynamogénique dans le nerf phrénique, il n'en est aucune dont l'intensité soit aussi grande que celle que l'on produit en coupant transversalement une partie ou la totalité d'une moitié latérale du bulbe rachidien. En général, c'est alors le nerf phrénique, du côté correspondant à celui de la lésion bulbaire, qui gagne considérablement en excitabilité sous l'influence de l'irritation causée par cette lésion. Ce changement dynamique est soudain ou très prompt à se montrer; il peut être extrêmement considérable, la puissance du nerf atteignant le double, le triple et, comme je l'ai vu deux fois, le sextuple de son degré normal.

» Les mêmes expériences qui montrent de la dynamogénie dans l'un des nerfs phréniques font voir aussi l'augmentation de l'irritabilité musculaire dans la moitié du diaphragme qui reçoit les ramifications de ce nerf. Cette augmentation d'irritabilité musculaire n'est pas, comme on pourrait le supposer, la cause d'une simple *apparence* d'augmentation d'excitation du nerf phrénique. J'ai trouvé, en effet, qu'il n'y a pas de relations constantes entre le degré d'accroissement de l'excitabilité du nerf et celui de l'irritabilité, et que, tout au contraire, l'une quelconque des deux propriétés peut gagner beaucoup, l'autre gagnant bien moins.

» Dans ces expériences, j'ai constaté le plus souvent que, non seulement le degré d'excitabilité du nerf phénique et du diaphragme peut être considérablement augmenté, mais que la durée des propriétés du nerf et du muscle est aussi accrue d'une manière remarquable. Cette durée, pour le nerf comme pour le muscle, peut être trois ou quatre fois aussi grande que chez des animaux tués de la même façon, mais non soumis à des influences dynamogéniques.

» Un phénomène du même ordre que les précédents, mais appartenant à une influence exercée par des nerfs périphériques sur le centre nerveux, mérite d'attirer l'attention. J'ai trouvé que, sur un chien respirant en liberté, par un tube fixé à la trachée, de l'air venant d'une chambre voisine, du chloroforme versé sur la muqueuse de l'arrière-bouche et du pharynx produisait, immédiatement ou à peu près, un tel effet dynamogénique dans le centre respiratoire, que le rythme des mouvements respiratoires s'accroissait considérablement en même temps que la force de ces mouvements. Dans un cas, un chien, qui avait 15 respirations par minute, en a eu presque aussitôt 160 dans un même temps, c'est-à-dire plus de dix fois qu'avant l'application de l'irritant.

» J'ai déjà eu l'occasion de rapporter à l'Académie, mais dans un autre but, quelques résultats d'une expérience riche en enseignements : il s'agit des effets de l'écrasement de la tête d'un animal. En même temps qu'il y a alors inhibition de la moelle cervico-dorsale, il y a un effet de dynamogénie tellement énergique dans la moelle lombaire que, malgré la production de convulsions des plus violentes et très prolongées (de 20 à 70 secondes) dans les membres postérieurs, cette moelle conserve la faculté réflexe de deux à quatre minutes après l'opération, c'est-à-dire plus longtemps que chez les animaux morts après les convulsions bien moins violentes de l'asphyxie.

» Dans tous les faits que j'ai mentionnés ici et dans ceux que j'ai exposés

dans mon premier travail (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, 1879, p. 889), il est facile de s'assurer que des changements vaso-moteurs ne peuvent pas être considérés comme la cause des augmentations de puissance que j'ai signalées. D'ailleurs toutes ces recherches ont donné le même résultat (à un moindre degré cependant) quand je les ai faites après avoir suspendu toute circulation sanguine. Relativement à l'augmentation de sensibilité qui suit certaines lésions de la moelle, et que j'explique maintenant par une influence dynamogénique, les faits que j'ai signalés dans une communication faite à l'Académie le 28 mars 1880 (*Comptes rendus*, t. XC, p. 750) ne laissent aucun doute sur le rôle effacé, sinon nul, de la circulation et des vaso-moteurs dans la production de l'hyperesthésie, car j'ai montré que cet accroissement de sensibilité produit dans un membre par une lésion organique peut être transféré, par l'influence d'une seconde lésion organique, de ce membre à un autre atteint d'abord d'anesthésie.

» *Conclusion.* — De ces faits et d'autres que je n'ai pu mentionner ici, il résulte que nombre de parties du système nerveux peuvent agir soudainement ou très rapidement, d'une manière purement dynamique et sans intervention de la nutrition, sur d'autres parties de ce système, de façon à accroître les puissances d'action de ces dernières parties. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. **Pinard**, adresse, d'Alger, un instrument auquel il donne le nom de *trigonomètre*, et qui est destiné à la mesure des distances et des hauteurs.

(Commissaires : MM. Faye, Villarceau, Perrier.)

M. A. **Basin** adresse une Note relative à un système destiné à prévenir les collisions des trains de chemin de fer.

(Renvoi à la Commission nommée pour les questions relatives aux chemins de fer.)

M. **Colineau** adresse une Note concernant un remède contre la diphtérie.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. E. **Terrel des Chênes** adresse une Note concernant la résistance de la vigne au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une nouvelle livraison du grand ouvrage de M. le Dr *Sappey* « Sur l'anatomie, la physiologie, la pathologie des vaisseaux lymphatiques considérés chez l'homme et les vertébrés » (feuilles 8 à 11 et planches XVI à XXI). (Renvoi à la Commission du prix Lacaze.)

2° Un « Guide hygiénique et médical des voyageurs dans l'Afrique intertropicale; » par MM. les Drs *Nicolas, Lacaze* et *Signol*. (Présenté par M. de Lesseps.)

3° Un Volume de M. *Hugh Doherty*, intitulé « l'Homme et la Nature ». (Présenté par M. Resal.)

ASTRONOMIE. — *Observation de la nouvelle comète (g 1881), faite à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. BIGOURDAN. (Communiquée par M. Mouchez).

Date. 1881.	Ascension droite. *◉ — ⋆.	log. fact. par.	Déclinaison. *◉ — ⋆.	log. fact. par.
Novembre 27....	$+1^m 27^s,78$	$+\bar{1},392$	$+1'57'',9$	$-0,216$

Position de l'étoile de comparaison.

Étoile de comparaison.	Ascension droite moy. 1881,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1881,0.	Réduction au jour.
293-295 Arg. OEltzen....	$0^h 17^m 31^s,18$	$+5^s,62$	$+60.50.29,4$	$+41'',3$

Position apparente de la comète.

Date. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.	Autorité.	Nombre de comparaisons.
Nov. 27...	$9^h 1^m 53^s$	$0^h 19^m 4^s,58$	$+60°53'8'',6$	Arg. OEltzen	21 : 28

» La comète est une faible nébulosité, sans queue, un peu plus brillante vers le centre. On l'aperçoit à peu près avec la même facilité qu'une étoile de 12e grandeur. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations algébriques de la forme* $\frac{A_0}{x-a_0}+\frac{A_1}{x-a_1}+\dots+\frac{A_n}{x-a_n}=0$. Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« 1. Les équations de cette forme se rencontrent fréquemment dans l'Analyse, et ont souvent attiré l'attention des géomètres, notamment de Legendre, qui s'en est occupé dans un des suppléments de sa *Théorie des nombres*.

» On trouve facilement un grand nombre de règles qui permettent de déterminer une limite du nombre des racines comprises entre deux nombres donnés; j'énoncerai seulement les plus simples et les plus utiles dans les applications.

» 2. Je rappellerai d'abord qu'étant donnée une suite

$$A+B+C+D+\dots,$$

le nombre des *alternances* de cette suite est le nombre des variations que présente la suite des sommes partielles

$$A,\quad A+B,\quad A+B+C,\quad A+B+C+D,\quad \dots.$$

Cela posé, on peut énoncer la proposition suivante :

» *ξ désignant un nombre arbitraire, compris entre a_{i-1} et a_i, de telle sorte que les nombres*

$$\dots,\quad a_{i-2},\quad a_{i-1},\quad \xi,\quad a_i,\quad a_{i+1},\quad \dots$$

forment une suite croissante ou décroissante, le nombre des racines de l'équation proposée, qui sont comprises entre ξ et a_i, est au plus égal au nombre des alternances de la suite

$$\frac{A_i}{\xi-a_i}+\frac{A_{i+1}}{\xi-a_{i+1}}+\dots+\frac{A_{i-1}}{\xi-a_{i-1}};$$

si ces nombres sont différents, leur différence est un nombre pair.

» 3. Soient ξ et ξ' deux nombres arbitraires ne comprenant aucune des quantités a_0, a_1, a_2, ..., et tels que les nombres

$$\dots,\quad a_{i-2},\quad a_{i-1},\quad \xi,\quad \xi',\quad a_i,\quad a_{i+1},\quad \dots$$

forment une suite croissante ou décroissante.

» Le nombre des racines de l'équation proposée, qui sont comprises

entre ξ et ξ', est au plus égal au nombre des variations des termes de la suite

$$\frac{A_i}{\xi'-a_i}+\frac{A_{i+1}}{\xi'-a_{i+1}}+\frac{A_{i+2}}{\xi'-a_{i+2}}+\ldots+\frac{A_{i-1}}{\xi'-a_{i-1}},$$
$$\frac{A_i}{\xi-a_i}+\frac{A_{i+1}}{\xi'-a_{i+1}}+\frac{A_{i+2}}{\xi'-a_{i+2}}+\ldots+\frac{A_{i-1}}{\xi'-a_{i-1}},$$
$$\frac{A_i}{\xi-a_i}+\frac{A_{i+1}}{\xi-a_{i+1}}+\frac{A_{i+2}}{\xi-a_{i+2}}+\ldots+\frac{A_{i-1}}{\xi'-a_{i-1}},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$\frac{A_i}{\xi-a_i}+\frac{A_{i+1}}{\xi-a_{i+1}}+\frac{A_{i+2}}{\xi-a_{i+2}}+\ldots+\frac{A_{i-1}}{\xi-a_{i-1}}.$$

J'ajouterai la remarque importante qui suit :

» Si l'on désigne respectivement par P et par Q le plus petit et le plus grand des nombres compris dans le Tableau précédent, la valeur de la fonction

$$\frac{A_0}{x-a_0}+\frac{A_1}{x-a_1}+\ldots+\frac{A_n}{x-a_n}$$

demeure toujours comprise entre P et Q, lorsque x varie entre ξ et ξ'.

» 4. Les considérations précédentes trouvent une application immédiate, lorsque le polynôme du degré n, qui forme le premier membre d'une équation, est déterminé par les valeurs qu'il prend pour $(n+1)$ valeurs de la variable.

» Pour en donner un exemple simple, soit le polynôme u déterminé par les conditions que, pour les valeurs de x égales à a, $a+h$, $a+2h$, ..., $a+nh$, il prenne respectivement les valeurs $u_0, u_1, u_2, \ldots, u_n$, on aura, en supposant h positif, la proposition suivante :

» *Le nombre des racines de l'équation $u=0$, qui sont inférieures à a, est au plus égal au nombre des alternances de la suite*

$$u_0-nu_1+\frac{n(n-1)}{1.2}u_2-\ldots\pm u_n,$$

et le nombre des racines, qui sont supérieures à $a+nh$, est égal au plus au nombre des alternances de la suite

$$u_n-nu_{n-1}+\frac{n(n-1)}{1.2}u_{n-2}-\ldots\pm u_0.$$

» 5. Lorsque l'on suppose que les quantités a_0, a_1, a_2, ... sont en nombre infiniment grand et infiniment peu différentes les unes des autres,

on obtient diverses propositions intéressantes relativement aux équations de la forme

$$\int_a^b \frac{f(z)}{z-x}\,dz = \text{A},$$

où $f(z)$ désigne une fonction quelconque de z, continue ou discontinue, et A une quantité constante.

» On peut aussi considérer d'une façon plus générale l'équation

$$\int_a^b \frac{f(z)}{(z-x)^\omega}\,dz = \text{A}, \quad \ldots,$$

où ω désigne un nombre positif quelconque. Les intégrales qui en constituent le premier membre se présentent, comme on le sait, dans plusieurs questions importantes de l'Analyse. Mais je ne saurais ici m'étendre sur ce sujet, sur lequel j'aurai l'occasion de revenir, si l'Académie veut bien me le permettre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Distribution de l'énergie par l'électricité.* Note de M. **Marcel Deprez.**

« Il n'y a que deux dispositions permettant de placer sur un générateur électrique plusieurs appareils récepteurs, de façon que tous reçoivent la quantité d'électricité qui leur est nécessaire. Ils peuvent être placés : 1° en série ou en tension, c'est-à-dire tous sur le même circuit; 2° en dérivation ou en quantité, c'est-à-dire ayant chacun un circuit spécial ou au moins un embranchement sur un circuit général.

» Dans le premier cas, si l'on veut que tous les appareils soient desservis de la même façon, quel qu'en soit le nombre, il faut maintenir constante l'intensité du courant unique qui les traverse tous, et, à cet effet, faire varier la force électromotrice de la machine, afin d'atteindre ce résultat.

» Dans le second cas, il faut au contraire maintenir constante la différence du potentiel aux bornes du générateur, afin que chacun des circuits dérivés soit desservi comme s'il était seul.

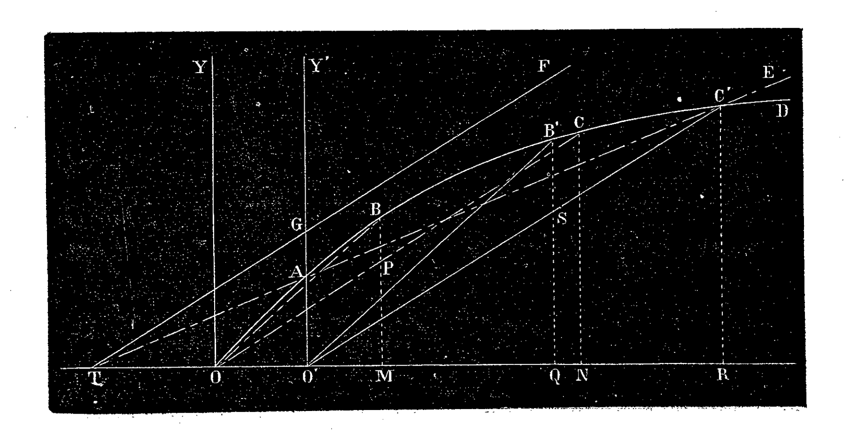
» On peut obtenir ces deux résultats sans organes mécaniques par une combinaison de courants électriques.

» *Etude graphique des machines dynamo-électriques.* — Considérons une machine dynamo-électrique et séparons les circuits inducteur et induit.

L'anneau induit étant mis en mouvement avec une vitesse constante V, lançons dans l'inducteur des courants d'intensités différentes et connues. A chaque valeur I de ces courants, correspondra dans l'anneau le développement d'une force électromotrice E déterminée. Nous avons ainsi pour E et I une série de couples de valeurs. Portons sur deux axes rectangulaires I comme abscisse, E comme ordonnée, nous obtiendrons une courbe que j'ai nommée la *caractéristique*, parce qu'elle caractérise effectivement, dans tous ses détails, la marche de la machine sur laquelle on l'a relevée.

» Si l'on réunit les inducteurs avec l'induit, et que l'on remette la machine en fonctionnement normal à la même vitesse V, pour la même valeur de I, le même champ magnétique sera produit et, par conséquent, la même force électromotrice E sera engendrée.

» Dans ces conditions, soit OABC la caractéristique d'une machine; si nous considérons le point B de la courbe, BM représentera E, OM représentera I; la résistance totale du circuit R, qui est égale, d'après la loi de



Ohm, à E, sera donc représentée par la tangente BOM; on pourra donc, étant donné un quelconque des trois éléments, connaître immédiatement les deux autres.

» La caractéristique étant construite, après expérience, pour une vitesse donnée de l'anneau induit, on peut savoir, sans expérience, ce qu'elle serait pour une autre vitesse. En effet, dans une machine, toutes choses restant égales, la force électromotrice est proportionnelle à la vitesse de rotation; donc une même intensité I, à laquelle correspondrait une force électromotrice E pour une vitesse V, donnera pour une vitesse V', $E' = \frac{V'}{V} E$. Il suffira donc, pour avoir la nouvelle caractéristique, de multiplier toutes

les ordonnées par $\frac{V'}{V}$. Un procédé analogue permettrait de savoir ce que devient la caractéristique si l'on modifie le fil que la machine porte.

» Considérons un circuit de résistance totale $z+x = \text{tang BOM}$; soit $z = \text{tang COM}$ la résistance de la machine génératrice seule : nous pouvons connaître la différence du potentiel aux bornes de cette machine.

» En effet, nous avons

$$BM = OM \text{ tang BOM} = I(r+x);$$

d'autre part, nous avons

$$PM = OM \text{ tang COM} = Ir;$$

en faisant la différence, on aura

$$BM - PM = BP = Ix;$$

or, d'après la loi de Ohm,

$$Ix = e.$$

» Sur la machine observée, plaçons sur les inducteurs en même temps que le circuit général un deuxième circuit distinct, semblable comme enroulement, mais parcouru par un courant constant; l'excitation des électro-aimants sera due alors à la somme de deux courants : il est facile de voir ce que devient la caractéristique prise toujours pour la même vitesse V de l'induit. Lorsque le courant constant existe seul, son intensité étant représentée par OO', la force électromotrice sera O'A. Ce sera le point de départ de la caractéristique; à partir de ce moment, le deuxième circuit vient ajouter son action à celle du premier : tout se passe comme si le courant augmentait dans un même circuit inducteur; la caractéristique conserve donc sa forme et sera représentée par la portion ABCD. C'est donc comme si l'origine des coordonnées était transportée de O en O'; les abscisses seront alors comptées de ce point, qui sera aussi l'origine des angles représentant les résistances.

» *Distribution en dérivation.* — La théorie faisait prévoir, et l'expérience a démontré, que la caractéristique des machines en usage, principalement des machines de Gramme, était d'une courbure assez faible pour pouvoir être assimilée à une droite lorsqu'on ne s'approche pas trop de la portion extrême CD correspondant au point de saturation des électro-aimants.

» Remplaçons donc la caractéristique de la machine à la vitesse V par

la droite AE qui rencontre l'axe des x en T. Soit C'O'R l'angle représentant la résitance r propre à la machine. Il faut que la différence de potentiel aux bornes soit constante, quelle que soit la résistance totale du circuit. Soit B'O'Q cette résistance; la différence de potentiel est représentée par B'S. Elle ne sera constante que si AB'E est parallèle à O'C'. Le coefficient d'inclinaison de la droite AE est $\frac{\Delta E}{\Delta I}$; il faut que ce coefficient soit rendu égal à r.

» Or nous savons qu'en modifiant la vitesse de la machine dans un certain rapport, nous multiplierons les ordonnées de la caractéristique dans le même rapport, ce qui revient à faire tourner la droite TAE autour du point T; il suffira donc, si V est la vitesse d'expérience, de poser

$$\frac{V'}{V}\frac{\Delta E}{\Delta I} = r,$$

d'où l'on tire

$$V' = \frac{\Delta I}{\Delta E} rV.$$

En donnant à la machine cette vitesse, quel que soit le circuit extérieur, la différence du potentiel aux bornes sera constante et égale à O'G, ce qui fournit la solution de la distribution en dérivations. »

CHIMIE. — *Décomposition de la vapeur d'eau par les effluves électriques.* Note de MM. **Dehérain** et **Maquenne**, présentée par M. Berthelot.

« En poursuivant des recherches dont nous aurons l'honneur de présenter prochainement les résultats à l'Académie, nous avons été conduits à reprendre l'étude des réactions que déterminent les effluves électriques quand elles traversent une atmosphère humide.

» Nous croyons devoir rappeler, à ce propos, que l'expression *effluve électrique* ne désigne pas un phénomène unique, toujours identique à lui-même; elle répond, au contraire, à toute une série d'effets qui peuvent varier depuis l'étincelle et la pluie de feu jusqu'à une simple phosphorescence, et même des échanges électriques ne donnant lieu à aucune apparence lumineuse. A ces divers effets correspondent parfois des actions chimiques différentes; certaines effluves, par exemple, ne déterminent ni la décomposition de la vapeur d'eau, ni la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène; nous avons reconnu qu'il en est d'autres capables de produire ce double phénomène.

» Les expériences dont nous allons rendre compte ont été exécutées, soit avec une bobine de $0^m,25$ de longueur, soit avec le petit modèle Gaiffe de $0^m,06$; dans le premier cas, l'étincelle directe était de $0^m,025$ en moyenne, dans le second de $0^m,004$ à $0^m,005$ seulement. Nous avons employé tantôt les appareils classiques à double enveloppe de verre de MM. Thenard et Berthelot, tantôt un tube traversé dans sa longueur par un fil de platine soudé dans le verre; l'armature extérieure était formée par une feuille d'étain; deux robinets de verre, soudés latéralement, permettaient de faire le vide dans le tube, d'y introduire un volume mesuré de gaz, ou encore d'extraire à la trompe les produits gazeux de la réaction.

» Ce dernier appareil donnait, en présence de l'eau et d'un gaz quelconque à la pression normale, des étincelles assez vives pour enflammer immédiatement un mélange tonnant; dans le vide de la trompe à mercure, en présence de l'eau, la décharge se réduisait à la forme d'aigrettes en écouvillon si bien décrites par M. Hautefeuille.

» *Expérience I.* — Tube à fil de platine, sans robinets : on y fait entrer quelques gouttes d'eau, puis on fait le vide et on scelle à la lampe. Après quarante heures d'effluves (bobine de $0^m,25$), on extrait à la trompe un quart de centimètre cube de gaz qui, introduit dans l'eudiomètre, détone sans aucune addition.

» *Expérience II.* — Tube à effluves de M. Berthelot, avec eau dans le vide. L'une des branches latérales du tube est reliée à la trompe, qui maintient continuellement le vide : étincelles de 13^{mm} avec condensateur. En une heure, on recueille $1^{cc},75$ de gaz, contenant environ 40 pour 100 d'hydrogène; trois heures plus tard, on recueille encore $4^{cc},75$ de gaz renfermant $0^{cc},1$ d'acide carbonique, $1^{cc},55$ d'oxygène, $2^{cc},45$ d'hydrogène et $0^{cc},65$ d'azote, ce dernier provenant de l'air qui a traversé le caoutchouc de raccord. En examinant l'appareil dans l'obscurité, on n'a pu apercevoir qu'une lueur uniforme, sans trace d'étincelles.

» *Expérience III.* — Tube de M. Berthelot, avec eau dans le vide : petite bobine, étincelle de 4^{mm}. Après quatre heures, le gaz recueilli pendant la marche continue de la trompe renfermait assez d'hydrogène pour diminuer sensiblement de volume quand on l'a fait détoner avec de l'oxygène et du gaz de la pile.

» Dans ces trois expériences, l'eau a été décomposée sans qu'aucune matière étrangère ait pu agir chimiquement sur elle; dans celles qui suivent, on s'est efforcé de rendre le phénomène plus sensible, en caractérisant la présence de l'oxygène dans le tube lui-même à l'aide des réactifs de l'ozone.

» *Expérience IV.* — Tube à fil de platine, avec quelques gouttes de réactif amylo-ioduré dans le vide; bobine de $0^m,25$. Après une demi-heure d'effluves, le mélange bleuit; après deux jours, il s'est décoloré ; on recueille alors 5^{cc} d'hydrogène sensiblement pur.

» *Expérience V.* — Même expérience dans un tube Thenard : mêmes résultats.

» *Expérience VI.* — Tube à fil de platine, avec acide arsénieux humide dans le vide. Après vingt heures, on extrait à la trompe 3^{cc} d'hydrogène pur : l'eau de lavage du tube donne les réactions de l'acide arsénique.

» *Expérience VII.* — Tube à fil de platine, avec oxyde de thallium dissous dans le vide : le liquide noircit en une demi-heure ; on recueille en même temps 1^{cc} d'hydrogène.

» Ces expériences nous paraissent établir d'une manière certaine que certaines effluves électriques, même exemptes d'étincelles, et à une tension relativement faible, sont capables de décomposer l'eau en ses éléments ; ce mode de décomposition est donc distinct de celui qui a été signalé par M. Berthelot dans le cas de l'étincelle. Nous ne pourrions dire maintenant si la décomposition tend vers une limite fixe, mais ce que nous pouvons affirmer, c'est que, dans les mêmes conditions, l'action inverse est également possible ; nous aurons du reste occasion d'y revenir dans une prochaine Communication. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Contribution à l'anatomie pathologique de la moelle épinière dans l'empoisonnement par le phosphore.* Note de M. S. DANILLO, présentée par M. Vulpian.

« On sait que l'empoisonnement par le phosphore produit une double série de phénomènes morbides : l'une constituant ce qu'on a nommé le *phosphorisme gastro-intestinal* ; l'autre, le *phosphorisme cérébro-spinal* (voir Falk, Munk et Leyden, Numre, Senftleben, Tardieu, Orfila, Devergie, Jaccoud, etc.)

» Le phosphorisme cérébro-spinal se traduit par divers troubles fonctionnels du système nerveux central, à savoir : des anesthésies ou des hyperesthésies, soit partielles, soit totales ; des paralysies partielles, des paraplégies ; des symptômes cérébraux, tels que délire aigu, ou somnolence, état comateux. En présence de ces faits, on a dû chercher les lésions anatomiques du système nerveux central, qui se traduisaient pendant la vie par la série des phénomènes sus-mentionnés. On a pensé qu'il s'agissait dans ces cas d'une dégénérescence graisseuse de la moelle (Gallavardin, Jaccoud) ; d'autres auteurs ont supposé l'existence d'une lésion médullaire, mais sans rien spécifier (Laboulbène). Les auteurs allemands (Erb, Leyden, Naunyn, Casper, Huseman, Hoffman, Klebs, Rindfleisch, Rokitansky, Virchow) et les auteurs russes (Keiser, Pelikan et autres) ne donnent sur cette question que des indications générales et vagues.

» Il m'a donc semblé intéressant de soumettre à une investigation méthodique l'état de la moelle dans cette intoxication. Dans ce but, j'ai fait une série d'expériences sur des chiens, au laboratoire du professeur J. Mierzejewski, à Saint-Pétersbourg, durant l'année scolaire 1878-79. 14 chiens ont été empoisonnés par le phosphore à doses variables de $0^{gr},006$ à $0^{gr},5$.

Sept chiens ont été empoisonnés par une seule dose; sept autres, par des doses réitérées. La durée de l'empoisonnement, dans la série des doses toxiques administrées en une seule fois, variait de neuf heures à quinze jours. Dans l'autre série (à doses réitérées), la durée de la vie des animaux a été de trente-six heures à quarante-cinq jours. Les chiens mis en expérience, dans tous les cas, sont morts des suites de l'administration du phosphore. Cette substance toxique était injectée dans l'estomac sous forme de solution huileuse. Le poids des chiens variait de $6^{kg},500$ à 8^{kg}. L'autopsie était toujours faite, au plus tard, quelques heures après la mort. Les altérations de la moelle, examinées à l'œil nu, consistaient, dans les cas aigus, en une hyperémie de la substance grise et une altération de sa consistance : dans les cas à évolution plus lente, à la suite de l'empoisonnement par petites doses réitérées, on constatait que les altérations portaient non seulement sur la substance grise, mais encore sur la substance blanche, qui présentait alors aussi une teinte rougeâtre et était d'une consistance plus molle qu'à l'état normal. Les altérations de la moelle, examinées au microscope, soit après la dissociation à l'état frais, d'après la méthode de M. Ranvier, soit après le durcissement dans le bichromate de potasse (sur des coupes longitudinales et transversales), peuvent être résumées de la façon suivante. Dans les cas aigus, c'est seulement la substance grise qui est atteinte; les cellules nerveuses de cette substance sont modifiées à divers degrés; elles offrent, au début, de la tuméfaction; plus tard, il y a formation de vacuoles dans le corps même de ces cellules. Les éléments nerveux de la substance blanche restent intacts. En même temps, on observe dans la moelle et dans le cerveau la présence d'énormes dépôts de pigment noir. Ce pigment est dissous très facilement par les alcalis et les acides à faible degré de concentration; il est absolument insoluble dans l'alcool et l'éther, même après un séjour de vingt-quatre heures. Il se trouve principalement dans la lumière des vaisseaux sanguins et adhère aussi à leurs parois.

» Dans les cas à durée plus prolongée, l'altération porte aussi sur les fibres nerveuses de la substance blanche, qui présentent alors divers degrés d'altération du cylindre axile et de la gaîne de myéline. Le pigment ne se

trouve, dans ces cas, que sous forme de granules, ne dépassant pas la grandeur d'un globule de sang.

» Les nerfs périphériques (sciatique, phrénique, grand sympathique) ne présentent aucune lésion, que l'empoisonnement soit aigu ou chronique.

» Les résultats de mes recherches peuvent être résumés de la façon suivante :

» I. Les altérations de la moelle épinière dans l'intoxication par le phosphore doivent être rangées dans la classe des myélites, soit centrales (péri-épendipnaires), soit diffuses.

» II. Dans les cas aigus de l'empoisonnement par le phosphore, le système nerveux central contient des dépôts de pigment d'origine hématique. Ce fait n'avait pas été noté avant mes recherches.

» III. Les grandes doses de phosphore donnent lieu à une myélite centrale, dans toute la longueur de la moelle, avec formation d'extravasats et de pigment.

» Les doses moindres et réitérées provoquent une myélite diffuse, intéressant la substance grise et la substance blanche.

» IV. Le phosphore présente donc un moyen puissant à l'aide duquel on peut faire naître à volonté, dans la moelle épinière, une irritation inflammatoire, soit localisée dans la substance grise, soit diffuse, c'est-à-dire occupant à la fois la substance blanche et la substance grise.

» V. Un certain nombre des phénomènes nerveux morbides observés durant la vie doivent être rapportés aux effets de l'une ou de l'autre de ces deux sortes de myélite. »

CHIMIE. — *Réponse à une Note de M.* Isambert *sur le carbamate d'ammonium;* par MM. **R. Engel** et **A. Moitessier**, présentée par M. Wurtz.

« Dans une Note présentée à l'Académie dans sa séance du 7 novembre, M. Isambert conteste l'exactitude de nos expériences et de celles de Naumann sur la dissociation du carbamate d'ammonium. « Il est difficile, dit-il, » d'admettre la valeur absolue des nombres de M. Naumann, lorsqu'on » voit la pression augmenter de $0^m,130$ pour l'intervalle de 50° à 55° et » ne monter que de $0^m,100$ dans l'intervalle de 55° à 60°. »

» Cette affirmation constitue une erreur matérielle. Il suffit, en effet, de lire le travail original de M. Naumann, pour voir que, entre 55° à 60°, l'augmentation de tension est bien de $0^m,130$; mais que, de 55° à 60°, elle

est de $0^m,170$ et non de $0^m,100$, comme le dit M. Isambert (voir *Annalen der Chemie*, t. CLX, p. 15). On peut s'assurer aussi que la courbe des tensions tracées d'après les chiffres de M. Naumann est d'une régularité parfaite.

» D'autre part, M. Horstmann a, comme nous, vérifié jusqu'à 22° les tensions données par M. Naumann, et, comme nous, il les a trouvées exactes. Le Tableau suivant, extrait du travail de M. Horstmann, montre comparativement les résultats obtenus par ces deux savants :

Température C.	Tension d'après Horstmann.	Tension d'après Naumann.	Différences.
20,6	63,9	65,3	— 1,4
20,8	66,3	66,2	+ 0,1
20,6	64	66,7	— 2,7
21	69,7	67,2	+ 2,5
21,2	70,8	68,2	2,6
21,8	71,9	71	+ 0,9

» On voit bien que M. Horstmann trouve des nombres tantôt supérieurs, tantôt inférieurs à ceux de M. Naumann. Les différences ne dépassent pas $0^m,004$. Ce sont là les limites d'exactitude qu'il est possible d'atteindre. Pour la température de 20°,9, par exemple, M. Horstmann trouve une tension inférieure à la tension trouvée à la température de 20°,8. C'est là évidemment une erreur d'expérience, qui montre combien ces déterminations sont délicates. Dans tous les cas, les déterminations de M. Horstmann et les nôtres confirment, à $0^m,004$ près, les chiffres donnés par M. Naumann.

» Les nombres de M. Isambert sont, au contraire, constamment supérieurs de 40, 50 et même de plus de 100 millimètres. Ces différences sont bien au-dessus de la limite des erreurs que l'on peut commettre dans des mesures de ce genre.

» La méthode expérimentale adoptée par M. Isambert pouvait, dans certains cas, ne donner d'équilibre stable qu'après deux ou trois jours.

» Ces difficultés nous ont arrêtés longtemps, notamment dans nos recherches sur le sulfhydrate ammonique; à ces difficultés s'ajoutent des complications d'un autre ordre. Nous citerons le cas où deux composés volatils se combinent en plusieurs proportions et celui où le produit existe à l'état gazeux et ne se dissocie qu'à cet état. La tension observée dans ce dernier cas correspond, selon la température, d'abord à la tension normale de la vapeur, puis à la somme de la tension de vapeur et de la tension de

dissociation, enfin à la tension de dissociation seulement. La tension de dissociation de semblables composés est, par suite, presque impossible à déterminer avec précision. Tel est le cas déjà cité par nous du perchlorure de phosphore, dont M. Würtz a pu déterminer la véritable densité de vapeur.

» Notre étude sur le carbamate d'ammonium ne constitue d'ailleurs qu'une dernière vérification d'une loi établie sur un ensemble de faits. Quelques-unes de nos expériences, celles par exemple sur l'hydrate de chloral, sont aussi faciles à réaliser que la plupart des expériences de cours. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement postembryonnaire des Diptères.* Note de M. **Künckel**, présentée par M. Blanchard.

« Dans une récente Communication (*Comptes rendus*, 14 nov. 1881), M. Viallanes avance un certain nombre de faits qui permettent de supposer qu'il n'est point absolument au courant des travaux qui ont été publiés sur le développement postembryonnaire des Diptères dans ces dernières années.

» M. Viallanes, en effet, se contente de dire, p. 800 : « Ayant repris les » travaux de *mes devanciers* », et il ne désigne, sauf M. Weismann, aucun des auteurs qui ont étudié les transformations des tissus qui accompagnent la métamorphose des Insectes. Cependant des travaux importants ont été publiés, en France et à l'étranger, sur cette question; notamment en 1874 par M. Auerbach (1); en 1875 par M. Künckel (2), par M. Chun (3), et en 1876 par M. Ganin (4), naturaliste russe fort connu.

« Quand la larve devient immobile et se transforme en pupe, dit » M. Viallanes, non seulement la peau des anneaux qui répondent à la » tête et au thorax de l'adulte disparaît, *comme le pensaient mes prédécesseurs*, mais la peau du corps entier est détruite, par suite d'une dégéné» rescence des cellules hypodermiques..... » En 1875, M. Künckel, d'une manière générale, s'exprimait ainsi : « Le système tégumentaire et le sys-

---

(1) Auerbach, *Organologische Studien*, 1874.

(2) Jules Künckel d'Herculais, *Recherches sur l'organisation et le développement des Volucelles*. Paris, 1875 (Ouvrage couronné par l'Académie des Sciences).

(3) Chun, *Bau, Entwicklung... der Rectaldrüsen*, 1875.

(4) Ganin, *Matériaux pour servir au développement postembryonnaire des Insectes*, 1876.

» tème appendiculaire de l'Insecte adulte, ainsi que le système musculaire » qui donne le mouvement aux appendices, sont des formations nouvelles, » non seulement chez les Syrphides et les Muscides (les Diptères en géné- » ral), mais chez tous les Insectes à métamorphoses complètes. » En 1876, M. Ganin, d'une façon plus explicite, a dit ceci : « Aussitôt la nymphe » formée, à la fin du deuxième jour ou au commencement du troisième » jour, les grandes cellules polygonales de l'exoderme de l'abdomen de la » larve se transforment en petites cellules embryonnaires..... »

» Quant au fait avancé par M. Viallanes (p. 801), « que des cellules em- » bryonnaires sont formées (en partie) par la prolifération des cellules du » corps adipeux », je crois devoir faire remarquer que cet anatomiste revient à l'opinion précédemment émise par M. Weismann (p. 263) et contredite par MM. Künckel (*loc. cit.*, p. 192, 193 et suiv.) et Ganin (*loc. cit.*, p. 35). M. Künckel (p. 198 et 199) s'exprime ainsi : « Le contenu du tissu adipeux » dissocié fournit exclusivement des matériaux pour l'accroissement des » tissus nouveaux de l'Insecte adulte, fait fonction d'un *véritable vitellus*; » c'est un vitellus postembryonnaire, suivant une expression qui m'est » propre... » M. Ganin dit nettement que « le corps adipeux joue le rôle » passif d'une réserve nutritive (p. 38, *fig.* 18 et 20, *Pl. II*). »

» M. Viallanes écrit ceci (p. 801) : « On sait, depuis les travaux de » M. Weismann, que les téguments de la tête et du thorax se développent » aux dépens d'un certain nombre de bourgeons préexistants dans la larve » et désignés sous le nom d'*histoblastes* (*Imaginalscheiben*) ». Ne semble-t-il pas, à lire cette phrase, que c'est M. Weismann qui a désigné ces bourgeons par le nom d'*histoblastes*, alors que M. Künckel, en 1875 (*loc. cit.*, 143), faisant ressortir l'unité de composition de ces bourgeons, leur communauté d'origine, leur rapport avec la peau (dont ils ne sont que des replis), avait cru devoir créer ce mot d'*histoblaste* pour désigner nettement la nature et la fonction desdites parties embryonnaires, auquel M. Weismann attribuait les origines les plus diverses, les unes, suivant lui, dérivant des nerfs, les autres des trachées, d'autres encore de la peau ?

« Faute d'avoir eu recours à la méthode des coupes, mes devanciers se » sont mépris sur la structure de ces petits corps; ce ne sont pas, comme ils » le pensaient, des petits sachets remplis de cellules », dit M. Viallanes. Mais M. Ganin, dans son excellent Mémoire publié en 1876, décrit et figure des *séries de coupes* très démonstratives qui prouvent jusqu'à l'évidence que ces corps sont de petits sacs remplis de cellules, comme MM. Weismann et Künckel l'avaient avancé.

» Plus loin, M. Viallanes s'exprime ainsi : « On peut donc lui considé-
» rer (à l'histoblaste) deux feuillets, un externe et un interne ». Par une heureuse rencontre, l'auteur russe désigne, dès 1876, ces parties sous le nom d'*exoderme* et de *mésoderme*.

» L'auteur que nous avons le regret de critiquer ajoute : « Les cellules
» embryonnaires se transforment en cellules hypodermiques. Ce changement
» n'a point lieu sur tous les points de l'abdomen en même temps; mais,
» pour chaque anneau, l'hypoderme de l'adulte apparaît d'abord sur quatre
» points, deux inférieurs et deux supérieurs.

» M. Ganin s'exprime ainsi : « La transformation des cellules de l'exo-
» derme de la larve en cellules embryonnaires commence dans les parties
» latérales des segments, et notamment en quatre points à droite et à gauche
» des segments (p. 33). »

M. **Alph. Milne-Edwards** fait remarquer, à la suite de la présentation de la Note de M. Künckel, que M. Viallanes est loin de méconnaître l'importance des travaux de ses prédécesseurs, mais que, sur beaucoup de points, il n'est pas en communauté d'opinion avec M. Künckel, et qu'il a ajouté des faits nouveaux à ceux déjà connus. C'est ce qu'il démontrera dans une Note qui sera présentée à l'Académie dans la prochaine séance.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un dosomètre électrolytique servant à mesurer l'intensité du courant pendant l'application médicale de l'électricité*; par M. **J.-L. Pulvermacher.**

« La quantité de produits électrolytiques étant l'équivalent de la quantité d'électricité en circulation, le *voltamètre* donne la mesure la plus directe du travail d'une pile dans un circuit, pendant un temps donné. Mais on admet, en médecine, qu'il est prudent de ne faire circuler à travers le corps humain que de faibles quantités d'électricité, difficilement appréciables au voltamètre ordinaire, afin d'éviter les effets douloureux que produit un courant trop intense. Le *dosomètre*, que j'ai l'honneur de soumettre à la haute appréciation de l'Académie, est destiné à mesurer, en millimètres cubes, les gaz provenant de la décomposition de l'eau pendant un temps donné.

» Il se compose d'un voltamètre à tube de verre, dans le fond duquel sont soudées les deux électrodes en fil de platine. Un second tube de verre,

de $0^{m},001$ de diamètre intérieur, est soudé à l'extrémité supérieure. Les gaz produits par la décomposition de l'eau viennent se réunir dans une sorte de chambre ménagée au bas de l'échelle graduée. Ils ne peuvent s'échapper que par un trou percé sur le côté; cette ouverture se ferme et s'ouvre à volonté, à l'aide d'une bague de caoutchouc qu'on manœuvre facilement à la main.

» Le petit tube central a son embouchure postérieure près du fond du voltamètre, et il communique avec la partie cylindrique graduée qui sert d'échelle. L'eau colorée est refoulée par les gaz provenant de la décomposition de l'eau, et s'élève le long de l'échelle : dans ce cas, les graduations indiquent le volume des gaz, et donnent ainsi la mesure exacte des effets de l'électrolyse pendant un temps donné.

» Ce petit instrument est disposé de manière à servir également de réophore pendant l'application électro-médicale du courant continu. Dans ce cas, le disque électrode, servant au besoin de pied, est facile à placer à l'extrémité postérieure. On peut donc observer la marche du courant avec la plus grande précision. »

M. **E.-A. Axon** adresse, de Manchester, l'indication de quelques faits, à l'appui des observations présentées par M. *Hément,* sur l'accent des sourds-muets qui ont appris à articuler.

« Dans le *Philosophical Transactions* (n° 312) se trouve un article sur un jeune Écossais montagnard, sourd-muet de sa naissance. A l'âge de dix-sept ans et à la suite de deux attaques de fièvre, il recouvra l'ouïe. Les domestiques eurent beaucoup de peine à le comprendre dans les premiers efforts qu'il fit pour parler; ils y parvinrent parfaitement par la suite. Il avait l'accent des jeunes montagnards de son âge, avant qu'ils ne commencent à apprendre la langue anglaise. Ce qui est encore plus remarquable, c'est qu'il ne parle que l'anglais, la parole lui étant venue dans la partie basse de l'Écosse, où l'èvre ou gaélique (le langage de ses parents) n'est pas parlé. C'est un fait frappant à l'appui de la théorie de l'hérédité.

» M. George Tickner, l'historien savant de la littérature espagnole, a visité l'école des sourds-muets à Madrid. Aucun des écoliers n'avait jamais entendu un son humain; toute leur connaissance de la langue parlée était le résultat d'imitation de leurs professeurs. Bien que tous les instituteurs fussent Castillans, les élèves parlaient avec clarté et décision, suivant la manière et avec l'accent de leurs provinces respectives. M. Tickner pouvait

distinguer facilement les Catalans, les Basques et les Castillans, et quelques-uns des visiteurs ont été à même de reconnaître les accents de Malaga et de l'Andalousie.

» M. Joseph Alley, de Manchester, habile précepteur d'articulation, m'a fait connaître un cas pareil. E. R. devient sourd-muet dans sa première enfance et ne parle qu'à sa dix-septième année. M. Alley lui a appris à articuler, et bien que toute sa vie se soit passée dans le comté de Lancashire, E. R. parle avec l'accent du comté de Stafford où il est né.

» Ces faits, ajoute M. Axon, sont tous constatés dans un article que j'ai écrit sur l'enseignement des sourds-muets et qui a paru dans *The Companion of the Almanac* pour l'année 1880. »

Le P. Heude adresse une Note relative à « quelques Cerfs de la Chine ».

M. A. Bousset adresse une Note concernant un cas singulier de parturition double, observé sur une vache.

Une vache bretonne fut conduite au taureau, le 14 janvier; puis, de nouveau, le 11 juin. Le 19 octobre, elle avorta d'un fœtus mâle, bien conformé; à la suite de cet avortement, elle ne donna pas de lait. Ce fœtus provenait probablement de la conception du 11 juin, car, le 5 novembre suivant, la vache donna de nouveau naissance à un veau, né viable, et provenant certainement de la conception du 14 janvier.

M. Bouytaud adresse une Note relative à l'utilisation de la marée comme force motrice.

M. É. Vial adresse une Note sur l'origine et la nature de l'électricité.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 novembre 1881.

Carte de la France à l'échelle du 200 000^e, publiée par le Ministère des Travaux publics (Direction des cartes et plans). Première livraison; in-f°.

Traité d'Anatomie pathologique; par E. Lancereaux; t. II, seconde Partie. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1879-1881; in-8°. (Présenté par M. Gosselin.)

Bulletin des Procès-verbaux de la Société d'émulation d'Abbeville, avec une Table analytique des séances; années 1877, 1878, 1879 et 1880. Abbeville, impr. C. Paillart, 1881; in-8°.

De la chirurgie au temps de Celse et de l'arsenal chirurgical en usage à cette époque; par le D^r Védrènes. Paris, Germer-Baillière, 1881; br. in-8°. (Extrait de la *Revue de Chirurgie*.)

Conférence sur les applications de l'électricité à l'agriculture, faites au Palais des Champs-Élysées, dans la salle du Congrès des électriciens, le 26 octobre 1881; *par* J.-A. Barral. Paris, G. Masson, 1881; in-8°.

L'art de faire le vin; par C. Ladrey, 4^e édition. Paris, F. Savy, 1881; in-12.

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel; t. XII, 2^e cahier. Neuchâtel, impr. de la Société typographique; in-8°.

Optique physiologique. Recherches sur la comparaison photométrique des diverses parties d'un même spectre; par MM. J. Macé de Lépinay et W. Nicati. Paris, impr. Gauthier-Villars, 1881; in-8°. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique*.)

Nouveau manuel des poids et mesures et de la vérification; par M. J.-J. Bourgeois. Paris, P. Dupont, 1879; 2 vol. in-12. (Renvoi à la Commission du prix Ponti, 1882).

Bulletin astronomique et météorologique de l'Observatoire impérial de Rio de Janeiro; juillet et août 1881. Rio de Janeiro, tipogr. Lombaerts, 1881; 2 liv. in-4°.

Bibliografia italiana di elettricita e magnetismo. Saggio per incarico del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio dai Prof. F. Rossetti e G. Cantoni. Padova, tipogr. Sacchetto, 1881; in-4°.

Ricerche chimiche e microscopiche su roccie e minerali d'Italia (1875-

1880); *per* ALF. COSSA. Torino, V. Bona, 1881; in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

The nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1885. London, John Murray, 1881; in-8°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1881; Part III. London, 1881; in-8°.

Antropologia y arqueologia. Importancia del estudio de estas ciencias en la Republica Argentina; por Fr. P. MORENO. Buenos Aires, impr. de Pablo e Coni, 1881; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 NOVEMBRE 1881.

Connaissance des Temps, ou des mouvements célestes, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1883, publiée par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1881; in-8°.

Congrès anthropologique de Moscou, 1879. *L'homme fossile de Lagoa Santa en Brésil et ses descendants actuels; par* M. DE QUATREFAGES. Moscou, 1881; in-4°.

Anatomie, physiologie, pathologie des vaisseaux lymphatiques considérés chez l'homme et les vertébrés; par M. SAPPEY; feuilles 8 à 11, Planches XVI à XXI. Paris, Delahaye, 1881; in-f°.

Philosophie organique. L'homme et la Nature; par le Dr H. DOHERTY. Paris, Didier et Cie, 1881; in-8°.

Notices biographiques sur les médaillons de la nouvelle Ecole supérieure de Pharmacie; par ED. DUPUY. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1881; in-12.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen pendant l'année 1879-80. Rouen, impr. H. Boissel, 1880; in-8°.

Transactions of the Cambridge philosophical Society, Vol. XIII, Part 1. Cambridge, 1881; in-4°.

Proceedings of the Cambridge philosophical Society; Vol. III, Part 7 et 8; Vol. IV, Part 1. Cambridge, 1881; 3 liv. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 17 octobre 1881.)

Page 572, ligne 9, *au lieu de* Flines-les-Roches *lisez* Flines-les-Raches.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 DÉCEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Bertrand** présente à l'Académie, de la part de M. *Gauthier-Villars*, le premier Volume des *OEuvres de Cauchy*. L'Académie a été heureuse de prendre sous son patronage une entreprise aussi utile à la Science, et la Section de Géométrie s'est fait un devoir d'en accepter la haute direction. Deux géomètres bien connus de l'Académie, et dignes de toute sa confiance, MM. Valson et Collet, ont offert leur précieux concours et prêté à la correction des épreuves une minutieuse et savante attention. Il ne faudra pas moins de vingt-six Volumes, d'après les calculs de M. Gauthier-Villars, pour reproduire l'œuvre complète du grand géomètre dont l'influence et la juste renommée n'ont pas cessé de s'accroître depuis le temps où l'illustre Abel, il y a plus d'un demi-siècle déjà, écrivait à un ami : « Cauchy est en ce moment le seul géomètre qui sache comment les Mathématiques doivent être traitées. »

M. **Broch**, en faisant hommage à l'Académie, au nom du Gouvernement norvégien, du premier exemplaire de la nouvelle édition des *Œuvres* complètes de *Niels-Henrik Abel*, s'exprime comme il suit :

« Cette édition a été faite aux frais de l'État norvégien, par les soins de

deux jeunes géomètres norvégiens, MM. Silow et Lie, dont les noms sont déjà bien connus de l'Académie.

» Elle diffère de la première édition, qui a paru il y a quarante et un ans, par plusieurs points essentiels.

» D'abord, elle contient plusieurs Mémoires qui n'ont pas paru dans la première édition : je signalerai, en particulier, le Mémoire célèbre présenté par Abel à l'Académie des Sciences en 1826, et pour lequel l'Académie lui a décerné un prix qui malheureusement n'est arrivé qu'après sa mort prématurée (1829). L'Académie avait ordonné l'insertion de ce Mémoire dans son recueil des *Mémoires des savants étrangers*, où il n'a paru qu'en 1841, près de deux ans après la publication de la première édition des *OEuvres complètes* d'Abel.

» Cette nouvelle édition diffère encore de la première en ce que plusieurs Mémoires ont pu être imprimés d'après des manuscrits originaux. A l'exception de quelques premiers Mémoires qui n'ont paru que dans des Revues norvégiennes et en langue norvégienne, tous les autres travaux d'Abel avaient été rédigés en français; mais ceux qui ont été publiés dans les deux premiers volumes du *Journal für die reine und angewandte Mathematik* de Crelle avaient été traduits par l'éditeur, M. Crelle, en allemand, à l'exception d'un seul, certainement un des plus importants, *Recherches sur les fonctions elliptiques*.

» Les Mémoires traduits et publiés ainsi en langue allemande dans la première édition ont dû être retraduits en français. Heureusement, les manuscrits originaux de plusieurs de ces Mémoires avaient été conservés par M. Crelle, et sont, après sa mort, devenus la propriété de l'Académie de Berlin qui, avec une bienveillance extrême, les a mis à la disposition des éditeurs de cette nouvelle édition. On a alors constaté que la traduction allemande avait introduit certaines corrections qui quelquefois en ont dénaturé le sens. Dans la nouvelle édition, on a pu faire usage des manuscrits originaux, comme je viens de le dire, tous écrits en langue française.

» Le second Tome contient les Mémoires posthumes d'Abel, un aperçu des manuscrits abéliens encore existants, ainsi que des extraits des lettres d'Abel.

» Dans un protocole rempli de calculs, on trouvera des preuves incontestables de ce fait, qu'Abel s'occupait déjà à Paris, en 1826, de la théorie de la transformation des fonctions elliptiques.

» Parmi les lettres d'Abel, je signalerai particulièrement celle qui prouve

qu'Abel avait déjà, en 1823, considéré la fonction inverse de l'intégrale elliptique. Une autre lettre d'Abel à son ami Holmboe, de décembre 1826, prouve qu'il avait l'idée de publier un Mémoire sur le développement des fonctions en séries trigonométriques. Le célèbre travail de Lejeune-Dirichlet sur ce sujet n'a paru que plus tard, en 1833. »

M. Favé présente à l'Académie les manuscrits scientifiques de *Michel Chasles*, offerts par M. Henri Chasles, neveu du géomètre que nous avons perdu. M. Mannheim s'est occupé de la mise en ordre de ces papiers, qui sont très nombreux ; il a réuni, autant que possible, les manuscrits traitant le même sujet ou des sujets de même nature.

M. Favé dépose, dans cette séance, la première partie seulement de ces documents, avec l'index ci-joint :

1. Recherches de Géométrie plane et de Géométrie de l'espace (années 1816 à 1821-1827).
2. Sur le déplacement infiniment petit d'un corps solide et Recherches de Mécanique.
3. Géométrie analytique de l'espace. Questions variées (années 1815 et 1816).
4. Papiers divers sur les Porismes.
5. Manuscrit de l'ouvrage Sur les Porismes.
6. Rédactions relatives à l'ouvrage : Aperçu historique, etc.
7. Rapport de M. Chasles sur les travaux de M. Sédillot.
8. Rapport de Sturm sur les travaux de MM. Chasles, Blanchet, Bonnet, Puiseux.
9. Mémoires qui ont paru dans la Correspondance mathématique de Quetelet.
10. Transformation polaire des coniques et des cônes du second degré. Propriétés des surfaces du second degré de révolution.
11. Géométrie de la sphère. Coniques sphériques.
12. Coniques sphériques homocycliques et coniques sphériques homofocales.
13. Sur les cônes du second degré. Recherches analytiques et géométriques.
14. Notice sur Fibonacci, avec une copie annotée.
15. Sur la Préface du même auteur. Discussion sur l'origine de l'Algèbre.
16. Sur l'origine et l'histoire de l'Algèbre.
17. Sur l'histoire de l'Arithmétique.
18. Sur l'origine de l'Arithmétique et recherches sur Boèce, Gerbert, etc.
19. Histoire de l'Arithmétique, comprenant l'explication du système de l'Abacus et les preuves que l'Arithmétique des Européens, improprement appelée arabe ou hindoue, dérive directement de ce système.
20. Papiers divers sur Brahmegupta et Bhascara.
21. Sur l'histoire des Sciences mathématiques en Italie de M. Libri et papiers divers relatifs au même auteur.
22. Discussion avec M. Libri.
23. Documents relatifs à l'Abacus et texte de Boèce.

24. Papiers divers : Traité de Gerbert, texte, explication, analyse, etc., et sur l'histoire de l'Algèbre arabe.
25. Notice sur Gerbert. De l'origine et de la nature de ses connaissances mathématiques. Minute et copie.
26. Notes et recherches considérables sur l'histoire de l'Arithmétique et de l'Algèbre.

GÉOGRAPHIE. — *Carte du nivellement général de la France*, présentée par M. **F. Perrier**.

« Je me propose de présenter successivement à l'Académie les Cartes les plus récentes, géographiques ou topographiques, publiées par le Service géographique de l'armée (dépôt de la Guerre) et, dans ce but, j'ai l'honneur de placer d'abord sous ses yeux la Carte du nivellement général de la France.

» Une légende que porte cette Carte fait connaître comment elle a été établie et le but qu'on s'est proposé en la publiant; je me contenterai d'en résumer les dispositions principales, que j'emprunte à la légende même.

» Elle comprend six feuilles, à l'échelle de $\frac{1}{800000}$, gravées sur pierre en couleurs.

» C'est seulement, ainsi que son nom l'indique, une Carte générale; elle a pour objet la représentation exacte des formes d'ensemble du sol français et met en évidence les rapports intimes qui relient l'orographie avec l'hydrographie de notre pays.

» Les courbes de niveau sont tracées à l'équidistance de 100^m; les courbes principales, équidistantes de 400^m, sont gravées d'un trait plus fort, et on peut le suivre sans peine dans le massifs les plus montagneux. Toutefois, pour les pentes raides, on a supprimé une courbe sur deux, et quelquefois même on n'a conservé que les courbes principales, pour éviter toute confusion.

» Ces courbes ont été établies d'abord sur la Carte de France à $\frac{1}{320000}$, à l'aide des minutes à $\frac{1}{40000}$ réduites à $\frac{1}{800000}$ par la photographie; elles ont été ensuite appliquées sur l'hydrographie, en généralisant les contours, pour supprimer des détails inutiles à une échelle aussi petite.

» Les territoires situés au delà de notre frontière ont été interprétés d'une manière analogue, et le tracé des courbes a été exécuté à l'aide des Cartes topographiques des régions limitrophes.

» Bien des détails ont été supprimés, pour ne pas nuire à la clarté de la Carte, qui est son principal mérite.

» Grâce à la méthode d'élimination qui a été employée, notre Carte produit à la vue une impression nette et rapide, et donne une idée précise du système orographique de la France, en maintenant pour chaque système particulier un diapason proportionné à l'étendue du relief.

» Telle qu'elle est, elle fournit à l'enseignement géographique une base sûre pour la représentation méthodique des formes du terrain dans les Cartes portatives qui ont la France pour objet. Il paraît difficile de rendre les protubérances générales du sol français avec plus de vérité et d'élégance. »

ASTRONOMIE. — *Observations méridiennes des petites planètes et de la comète b de* 1881, *faites à l'Observatoire de Paris pendant le troisième trimestre de l'année* 1881. Communiquées par M. **Mouchez.**

Dates. 1881.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
			(1) Cérès.			
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Juill.	1....	10. 1. 4	16.41.24,13	+ 6,02	112.27.41,6	+35,6
	4....	9.47.20	16.39.27,30	+ 5,82	112.33.49,4	+32,6
			(216)			
Juill.	1....	10. 4.14	16.44.34,20	»	99.13.28,3	»
	4....	9.50.32	16.42.39,20	»	»	»
	5....	9.46. 0	16.42. 2,95	»	»	»
			(173) Ino.			
Juill.	1....	10.52. 9	16.32.37,47	+ 0,22	94.19.49,3	+17,0
	4....	10.37.58	17.30.12,91	+ 0,53	»	»
			(20) Massalia.			
Juill.	1....	11. 1.51	17.42.20,11	+ 1,94	112.24.55,9	— 3,3
	2....	10.56.58	17.41.23,05	+ 2,01	112.24.34,8	— 0,7
	7....	10.32.47	17.36.51,63	+ 2,12	112.22.31,7	— 1,4
			(11) Parthénope.			
Juill.	1....	11.10. 0	17.50.30,63	+ 1,74	109. 2.51,9	+ 0,7
	2....	11. 5. 8	17.49.35,18	+ 1,69	109. 5.15,8	— 0,8
	4....	10.55.29	17.47.47,16	+ 1,86	109.10.14,1	+ 1,1
	6....	10.45.53	17.46. 2,96	+ 1,85	109.15.17,7	+ 1,6
	7....	10.41. 7	17.45.12,49	+ 1,81	109.17.50,7	+ 0,7

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
			(6) Hébé.		
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Juill. 4....	10.17.13	17. 9.25,04	»	94. 9. 4,4	»
5....	10.12.30	17. 8.37,32	»	94.15. 3,5	»
			(15) Eunomia.		
Juill. 4....	11. 0. 6	17.52.25,30	+12,96	119.47.17,2	−21,7
6....	10.50.16	17.50.26,36	+12,79	119.38.22,6	−19,8
7....	10.45.22	17.49.28,34	+12,77	119.33.49,0	−19,0
			(2) Pallas.		
Juill. 7....	8.59. 5	16. 2.54,01	− 0,89	66. 7.24,8	+ 0,2
			(130) Électre.		
Juill. 7....	12.37.51	19.42.15,34	+ 1,73	91.48.12,0	− 1,8
16....	11.55.31	19.35.17,51	+ 1,49	92.47.52,8	+ 0,3
18....	11.46. 4	19.33.42,62	+ 1,26	93. 3. 1,3	− 1,6
19....	11.41.21	19.32.55,32	+ 1,26	93.10.53,2	+ 0,6
21....	11.31.55	19.31.20,76	+ 0,98	93.27. 0,3	+ 0,4
Août 1....	10.40.27	19.23. 6,48	+ 0,59	95. 5. 3,3	− 1,1
2....	10.35.49	19.22.24,74	+ 0,31	95.14.41,1	+ 3,1
			(47) Aglaé.		
Juill. 21....	12.32.52	20.32.27,55	»	116.29.43,8	»
26....	12. 8.40	20.27.54,39	»	116.40. 7,9	»
28....	11.58.58	20.26. 4,25	»	116.43.33,3	»
29....	11.54. 8	20.25. 9,35	»	116.45. 6,2	»
Août 2....	11.34.47	20.21.32,02	»	116.50.13,3	»
			(5) Astrée.		
Juill. 26....	12.42.20	21. 1.39,70	+ 2,49	105.20. 8,0	− 7,2
Août 1....	12.13.32	20.56.26,79	+ 2,44	105.50.14,4	− 6,8
2....	12. 8.43	20.55.33,71	+ 2,20	105.55.18,5	− 5,9
			(103) Héra.		
Juill. 28....	13. 9. 8	21.36.25,41	+ 0,61	104. 8.15,5	+ 5,7
Août 1....	12.50.27	21.33.28,21	+ 0,42	104.33. 4,8	+ 5,8
			(40) Harmonia.		
Sept. 26....	12. 3.47	0.27.27,52	+ 0,16	95.39.44,8	− 0,6
27....	11.58.55	0.26.30,66	+ 0,02	95.45.40,2	− 0,9

Dates. 1881.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(40) Harmonia.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Sept. 28....	11.54. 2	0.25.33,93	+ 0,07	95.51.28,3	− 1,5
29....	11.49.10	0.24.37,33	+ 0,22	95.57. 8,5	− 2,3
30....	11.44.17	0.23.40,63	+ 0,14	96. 2.43,2	− 0,3
		(102) Miriam.			
Sept. 27....	12. 5.50	0.33.26,72	−10,92	81.55.55,0	+52,2
28....	12. 1.14	0.32.46,25	−10,94	82. 4.12,4	+52,1
29....	11.56.37	0.32. 5,86	−10,74	82.12.36,4	+53,3
30....	11.52. 1	0.31.25,17	−10,82	82.21. 2,6	+52,0
		Comète b de 1881.			
Juill. 1....	11.40.14,5	6.20.50,36	− 0,29	19.45.36,2	+ 0,4
1 (1).	11.40.14,0	6.20.49,85	− 0,80	»	»
1 (2).	11.40.14,5	6.20.50,31	− 0,34	19.45.37,2	+ 1,4
2....	11.45.25,9	6.29.59,22	− 0,37	17.53.47,9	+ 1,2
2 (2).	11.45.25,4	6.29.58,69	− 0,90	17.53.41,3	− 5,4
3 (1).	11.51.38,3	6.40. 9,17	− 0,51	16.14.44,1	− 1,6
3 (2).	11.51.38,0	6.40. 8,86	− 0,82	16.14.46,4	+ 0,7
4....	11.58.56,1	6.51.24,67	− 0,61	14.47.19,1	− 2,0
4 (2).	11.58.55,5	6.51.24,03	− 1,25	14.47.20,8	− 0,3
5....	12. 7.23,5	7. 3.50,07	− 0,30	13.30.32,3	− 0,8
5 (1).	12. 7.23,1	7. 3.49,65	− 0,72	»	»
6....	12.17. 2,4	7.17.27,08	− 0,41	12.23.23,8	− 3,6
6 (2).	12.17. 1,6	7.17.26,23	− 1,26	12.23.23,7	− 3,7
7....	12.27.54,0	7.32.17,05	− 0,30	11.25.14,5	− 2,5

Note. — La distance polaire de la comète de juin 24, publiée dans le n° 8 des *Comptes rendus* (22 août 1881), doit être diminuée d'une minute.

» Les observations de la comète marquées (1) ont été faites aux instruments de Gambey; les observations marquées (2), au cercle méridien du Jardin; toutes les autres ont été faites, suivant l'usage, au grand instrument méridien.

» Les observations de Cérès et Pallas ont été comparées aux éphémérides du *Nautical Almanac;* celles de (173) Ino, à l'éphéméride de la circulaire n° 157 du *Berliner Jahrbuch;* celles de (103) Héra, à l'éphéméride publiée dans les *Comptes rendus* (n° 3, 18 juillet 1881). Les observations de la comète *b* 1881 ont été comparées à une éphéméride déduite des éléments publiés dans les *Comptes rendus* (n° 18, 31 octobre 1881). »

BALISTIQUE. — *Sur la théorie des boulets ramés.* Note de M. **H. Resal.**

« Poncelet avait attiré mon attention, il y a une trentaine d'années, sur la question des boulets ramés, qui, en effet, offre un certain intérêt au point de vue théorique. Il avait, m'a-t-il dit, exposé à ce sujet des considérations géométriques, dans son Cours de Mécanique physique et expérimentale à la Faculté des Sciences de Paris, Cours dont il est le fondateur.

» Les considérations précitées m'échappent maintenant; il est probable même qu'elles ne m'ont été indiquées que d'une manière sommaire.

» De nombreuses préoccupations m'ont fait oublier le problème d'Analyse que m'avait posé mon illustre maître. Une circonstance fortuite me l'a remis en mémoire; il s'agit donc d'un oubli que je vais essayer de réparer.

» Je supposerai, avec Poncelet, que : 1° les masses m et m' des boulets sphériques sont égales et concentrées en leurs centres respectifs; 2° la masse de la barre élastique qui les relie est relativement négligeable, de même que la pesanteur; 3° la résistance de l'air est insensible, ce qui est admissible quand la vitesse ne dépasse pas celle des anciennes bombes, soit 120^{m}.

» Je ne considérerai le mouvement du système qu'à partir du moment où toute flexion dans la barre a disparu.

» Je puis faire abstraction du mouvement rectiligne et uniforme du centre de gravité O de m et m', et, par suite, supposer que ce centre est un point fixe.

» Comme il est évident que les mouvements par rapport à O de m et m' sont identiques, au sens près, il nous suffit de considérer la première de ces masses.

» Cette masse, n'obéissant qu'à l'action d'une force dirigée vers le point O, décrira une orbite plane.

» Soient

$2a$ la longueur de la barre à son état naturel, en la supposant prolongée jusqu'aux centres des deux boulets;

r le rayon vecteur $Om = Om'$;

θ l'angle qu'il forme avec une droite fixe Ox tracée dans le plan de l'orbite de m;

r_0, θ_0, ω_0, t_0 des valeurs correspondantes censées données de r, θ, $\frac{d\theta}{dt}$ et t_0; Ω et E la section et le coefficient d'élasticité de la barre.

» La force centrale attractive à laquelle est soumise la masse m a pour expression

$$\mathrm{E}\Omega\frac{2r-2a}{2a} = \mathrm{E}\Omega\frac{r-a}{a},$$

d'où, pour l'accélération correspondante,

$$\varphi = \mathrm{E}\Omega\frac{r-a}{ma}. \tag{1}$$

» Nous avons maintenant les formules générales connues

$$r^2\frac{d\theta}{dt} = r_0^2\omega_0, \tag{2}$$

$$\frac{\varphi r^2}{r_0^4\omega_0^2} = \frac{1}{r} + \frac{d^2\frac{1}{r}}{d\theta^2}. \tag{2'}$$

Des équations (1) et (2') on déduit

$$\frac{\mathrm{E}\Omega r^2}{m\omega_0^2 r_0^4}\,\frac{r-a}{a} = \frac{1}{r} + \frac{d^2\frac{1}{r}}{d\theta^2}. \tag{3}$$

» Pour que la barre ne se rompe pas, il faut que la dilatation $\frac{r-a}{a}$ ne dépasse pas une certaine limite, qui est d'ailleurs assez petite, pour que l'on puisse négliger celles de ses puissances qui sont supérieures à la première. Nous admettrons qu'il en est ainsi, sous toutes réserves.

» Posons

$$r = a(1+u), \tag{4}$$

$$\mu = m\omega_0^2 a^2, \tag{5}$$

la seconde de ces expressions étant celle d'une force vive dont la signification est évidente.

» L'équation (3) devient

$$\frac{d^2u}{d\theta^2} = 1 - \left(1 + \frac{\mathrm{E}\Omega a}{\mu}\right)u$$

et a pour intégrale

$$u = \frac{1}{1+\frac{\mathrm{E}\Omega a}{\mu}} + \mathrm{M}\sin\sqrt{1+\frac{\mathrm{E}\Omega a}{\mu}}(\theta+\varepsilon), \tag{6}$$

en désignant par M et ε deux constantes arbitraires.

» Supposons que, pour $\theta = \theta_0 = 0$, on ait, pour la valeur de u,

(7) $$u_0 = \frac{1}{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}};$$

nous aurons, au lieu de l'équation (6), la suivante :

(8) $$u = \frac{1}{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}} + M \sin\theta \sqrt{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}};$$

par suite,

(9) $$r = a + \frac{a}{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}} + M a \sin\theta \sqrt{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}}.$$

De cette dernière équation on déduit, en ayant égard à la relation (2),

$$\frac{dr}{dt} = M a \sqrt{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}} \cos\theta \sqrt{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}},$$

$$\frac{d\theta}{dt} = M a \omega_0 \frac{r_0^2}{r^2} \sqrt{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}} \cos\theta \sqrt{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}},$$

expression dans laquelle on peut, au degré d'approximation convenu, remplacer r et r_0 par a, ce qui conduit à

$$\frac{dr}{dt} = M a \omega_0 \sqrt{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}} \cos\theta \sqrt{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}}.$$

» Soit w_0 la vitesse relative initiale de m suivant le rayon vecteur, ou la valeur de $\frac{dr}{dt}$ pour $\theta = 0$; on aura

$$w_0 = M a \omega_0 \sqrt{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}},$$

d'où l'on déduira M, et les équations (8) et (9) prennent aussi les formes suivantes :

(8') $$u = \frac{1}{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}} + \frac{w_0}{a \omega_0 \sqrt{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}}} \sin\theta \sqrt{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}},$$

(9') $$r = a\left(1 + \frac{1}{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}}\right) + \frac{w_0}{\omega_0 \sqrt{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}}} \sin\theta \sqrt{1 + \frac{E\Omega a}{\mu}}.$$

» De l'équation (2) on déduit

$$dt = \frac{r^2 d\theta}{r_0^2 \omega_0} = \frac{1}{\omega_0}\left(\frac{1-2u}{1-2u_0}\right) d\theta = \left[\frac{1-2(u-u_0)}{\omega_0}\right] d\theta,$$

d'où, en vertu des formules (7) et (8'),

$$dt = \frac{1}{\omega_0}\left[1 - \frac{2w_0}{a\omega_0\sqrt{1+\frac{E\Omega a}{\mu}}} \sin\theta \sqrt{1+\frac{E\Omega a}{\mu}}\right] d\theta.$$

Si l'on mesure le temps à partir du moment où $\theta = 0$, on trouve

$$t = \frac{1}{\omega_0}\left[\theta - \frac{w_0}{a\omega_3\left(1+\frac{E\Omega a}{\mu}\right)}\left(1 - \cos\theta\sqrt{1+\frac{E\Omega a}{\mu}}\right)\right].$$

Dans le second terme de cette expression, on peut remplacer, par approximation, θ par $\omega_0 t$, et alors on a

$$(10) \qquad \theta = \omega_0\theta + \frac{2w_0}{a\omega_0\left(1+\frac{E\Omega a}{\mu}\right)}\left(1 - \cos\sqrt{1+\frac{E\Omega a}{\mu}}\,\omega_0 t\right);$$

on peut, par suite, exprimer a et r en fonction du temps.

» On voit, d'après l'équation (9'), que m décrira une sinusoïde polaire rapportée à la circonférence dont le rayon est

$$a\left(1 + \frac{1}{1+\frac{E\Omega a}{\mu}}\right).$$

» Soit Γ la résistance à la rupture de la barre; pour que la rupture ne se produise pas, il faut que l'on ait

$$\Gamma > \text{maxim.}\, Eu,$$

ou, d'après l'équation (8'),

$$(11) \qquad \frac{1}{1+\frac{E\Omega a}{\mu}} + \frac{w_0}{a\omega_0\sqrt{1+\frac{E\Omega a}{\mu}}} < \frac{\Gamma}{E},$$

condition qu'il est facile de rendre explicite au point de vue de la section qu'il convient de donner à la barre.

» Sans aller plus loin, je ferai remarquer que, pour que u reste très petit, comme je l'ai supposé, il faut que $E\Omega a$ soit très grand par rapport à

$\mu = m\omega_0^2 a^2$, ce qui semblerait indiquer que, dans une théorie plus parfaite que la précédente, il conviendrait de tenir compte de la masse de la barre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques;* par M. **Hermite**.

« XXX. La solution de l'équation de Lamé dans le cas de $n = 2$, en la prenant sous la forme

$$D_x^2 y = (6k^2 \operatorname{sn}^2 x + 6k^2 \operatorname{sn}^2 a - 4 - 4k^2) y,$$

est donnée, comme je l'ai fait voir (*Comptes rendus*, t. XC, p. 765), par l'expression

$$y = C D_x \frac{H(x+\omega)}{\Theta(x)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] x} + C' D_x \frac{H(x-\omega)}{\Theta(x)} e^{-\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right] x}.$$

» J'ai aussi obtenu pour la détermination de ω et λ les relations

$$\begin{aligned}
\operatorname{sn}^2 \omega &= \frac{\operatorname{sn}^4 a (2k^2 \operatorname{sn}^2 a - 1 - k^1)}{3k^2 \operatorname{sn}^4 a - 2(1+k^2)\operatorname{sn}^2 a + 1}, \\
\operatorname{cn}^3 \omega &= \frac{\operatorname{cn}^4 a (2k^2 \operatorname{sn}^2 a - 1)}{3k^2 \operatorname{sn}^4 a - 2(1+k^2)\operatorname{sn}^2 a + 1}, \\
\operatorname{dn}^2 \omega &= -\frac{\operatorname{dn}^4 a (2 \operatorname{sn}^2 a - 1)}{3k^2 \operatorname{sn}^4 a - 2(1+k^2)\operatorname{sn}^2 a + 1}, \\
\lambda^2 &= \frac{(2k^2 \sin^2 a - 1 - k^2)(2k^2 \operatorname{sn}^2 a - 1)(2 \operatorname{sn}^6 a - \quad)}{3k^2 \operatorname{sn}^4 a - 2(1+k^2)\operatorname{sn}^2 a + 1}.
\end{aligned}$$

auxquelles il faut joindre celle-ci :

$$\lambda = \frac{\operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega}{\operatorname{sn}^2 a - \operatorname{sn}^2 \omega},$$

qui sert à fixer le signe de λ correspondant à chacune des deux déterminations égales et de signes contraires de ω. Ces résultats rappelés, je me propose de rechercher les circonstances que présente la solution de l'équation différentielle lorsque la constante λ est nulle ou infinie.

» Et d'abord, on voit, par l'expression de λ^2, que le premier cas a lieu en posant les conditions

$$\begin{aligned}
2k^2 \operatorname{sn}^2 a - 1 - k^2 &= 0, \\
2k^2 \operatorname{sn}^2 a - 1 &= 0, \\
2 \operatorname{sn}^2 a - 1 &= 0,
\end{aligned}$$

qui donnent successivement $\operatorname{sn}\omega = 0$, $\operatorname{cn}\omega = 0$, $\operatorname{dn}\omega = 0$. Les valeurs de ω qui en résultent, à savoir, $\omega = 0$, $\omega = K$, $\omega = K + iK'$, conduisent aux solutions considérées par Lamé, qui sont des fonctions doublement périodiques de la variable, avec la périodicité caractéristique de $\operatorname{sn} x$, $\operatorname{cn} x$, $\operatorname{dn} x$. Nous avons, en effet, pour $\omega = 0$ et $\omega = K$: $y = D_x \operatorname{sn} x$, $y = D_x \operatorname{cn} x$. Il suffit ensuite d'employer les relations

$$H(x + K + iK') = \Theta_1(x) e^{-\frac{i\pi}{4K}(2x + iK')},$$

$$\frac{\Theta'(K + iK')}{\Theta(K + iK')} = -\frac{i\pi}{2K},$$

pour conclure de la valeur $\omega = K + iK'$ l'expression $y = D_x \operatorname{dn} x$.

» Supposons maintenant λ infini, et soit à cet effet

$$3k^2 \operatorname{sn}^4 a - 2(1 + k^2)\operatorname{sn}^2 a + 1 = 0;$$

en désignant une solution de cette équation par $a = \alpha$, je ferai $a = \alpha + \eta$, $\omega = iK' + \varepsilon$, les quantités η et ε étant infiniment petites. D'après la relation

$$\operatorname{sn}^2\omega = \frac{\operatorname{sn}^4 a(2k^2\operatorname{sn}^2 a - 1 - k^2)}{3k^2\operatorname{sn}^4 a - 2(1 + k^2)\operatorname{sn}^2 a + 1},$$

on voit d'abord qu'on aura, en développant en série,

$$\varepsilon^2 = p\eta + q\eta^2 + \ldots,$$

p, q étant des constantes. Cela étant, nous développerons aussi λ suivant les puissances croissantes de ε, au moyen de l'expression

$$\lambda = \frac{\operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega}{\operatorname{sn}^2 a - \operatorname{sn}^2\omega} = \frac{\operatorname{cn}\varepsilon \operatorname{dn}\varepsilon}{\operatorname{sn}\varepsilon} \frac{1}{1 - k^2\operatorname{sn}^2(\alpha + \eta)\operatorname{sn}^2\varepsilon}.$$

» Or, ayant

$$\frac{\operatorname{cn}\varepsilon \operatorname{dn}\varepsilon}{\operatorname{sn}\varepsilon} = \frac{1}{\varepsilon} - \frac{1 + k^2}{3}\varepsilon + \ldots,$$

$$\frac{1}{1 - k^2\operatorname{sn}^2(\alpha + n)\operatorname{sn}^2\varepsilon} = 1 + k^2\operatorname{sn}^2\alpha . \varepsilon^2 + \ldots,$$

on en conclut

$$\lambda = {}^1 + \left(k^2 \sin^2\alpha - \frac{1 + k^2}{3}\right)\varepsilon + \ldots .$$

» Employons maintenant l'équation

$$\frac{\Theta'(iK' + \varepsilon)}{\Theta(iK' + \varepsilon)} = \frac{H'(\varepsilon)}{H(\varepsilon)} - \frac{i\pi}{2K} = \frac{1}{\varepsilon} - \frac{i\pi}{2K} + \left(\frac{J}{K} - \frac{1 + k^2}{3}\right)\varepsilon + \ldots,$$

nous obtenons cette expression, qui est finie, pour ε o, à savoir

$$\lambda - \frac{\Theta'(i\mathrm{K}'+\varepsilon)}{\Theta(i\mathrm{K}'+\varepsilon)} = \frac{i\pi}{2\mathrm{K}} + \left(k^2\,\mathrm{sn}^2\alpha - \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}}\right)\varepsilon + \ldots.$$

» Enfin, je remplace, dans la solution de l'équation différentielle, la quantité $\mathrm{H}(x+i\mathrm{K}+\varepsilon)$ par

$$i\Theta(x+\varepsilon)e^{-\frac{i\pi}{4\mathrm{K}}(2x+2\varepsilon+i\mathrm{K}')};$$

il viendra ainsi

$$\frac{\mathrm{H}(x+\omega)}{\Theta(x)}e^{\left[\lambda-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right]x} = ie^{\frac{\pi\mathrm{K}'}{4\mathrm{K}}}\frac{\Theta(x+\varepsilon)e^{g\varepsilon}}{\Theta(x)},$$

en faisant, pour abréger,

$$g = -\frac{i\pi}{2\mathrm{K}} + \left(k^2\,\mathrm{sn}^2\alpha - \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}}\right)x.$$

» Développant suivant les puissances de ε, on trouve, si l'on se borne aux deux premiers termes,

$$\frac{\Theta(x+\varepsilon)e^{g\varepsilon}}{\Theta(x)} = 1 + \left[\frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)} + g\right]\varepsilon;$$

il suffira donc de remplacer la constante arbitraire C par $\frac{\mathrm{C}}{\varepsilon}$, pour obtenir la limite cherchée, lorsqu'on pose $\varepsilon = 0$. Nous trouvons ainsi

$$\frac{1}{\varepsilon}\mathrm{D}_x\left[\frac{\Theta(x+\varepsilon)e^{g\varepsilon}}{\Theta(x)}\right] = \mathrm{D}_x\left[\frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)} + g\right] = k^2(\mathrm{sn}^2\alpha - \mathrm{sn}^2 x),$$

où la constante $\mathrm{sn}^2\alpha$ est déterminée par l'équation

$$3k^2\,\mathrm{sn}^4\alpha - 2(1+k^2)\,\mathrm{sn}^2\alpha + 1 = 0.$$

» Ces deux solutions de l'équation différentielle, réunies à celles qui ont été obtenues précédemment, complètent l'ensemble des cinq solutions de Lamé, qui sont des fonctions doublement périodiques, ces deux dernières ayant, comme on voit, la périodicité de $\mathrm{sn}^2 x$.

» XXXI. La théorie du pendule conique ou du mouvement d'un point pesant sur une sphère conduit à une application immédiate de l'équation qui vient de nous occuper. C'est M. Tissot qui a le premier traité cette question importante, par une analyse semblable à celle de Jacobi dans le problème de la rotation, et donné explicitement, en fonction du temps, les coordonnées du point mobile [*Thèse de Mécanique* (*Journal de M. Liouville*, t. XVII, p. 88)]. En suivant une autre marche, nous trouvons une

autre forme analytique de la solution que j'ai indiquée, sans démonstration, dans une Lettre adressée à M. H. Gyldén et publiée dans le *Journal de Borchardt*, t. 85, p. 246. Ces résultats s'établissent de la manière suivante.

» Soient x, y, z les coordonnées rectangulaires d'un point pesant, assujetti à rester sur une sphère de rayon égal à l'unité; les équations du mouvement, si l'on désigne par g la pesanteur et N la force accélératrice, seront ([1])

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \mathrm{N}x = 0,$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \mathrm{N}y = 0,$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} + \mathrm{N}z = g,$$

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1.$$

Elles donnent d'abord, comme on sait, en désignant par c et l des constantes :

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = 2g(z+c),$$

$$y\frac{dx}{dt} - x\frac{dy}{dt} = l.$$

Cela étant, j'emploie la combinaison suivante :

$$(x - iy)\left(\frac{dx}{dt} - i\frac{dy}{dt}\right) = x\frac{dx}{dt} + y\frac{dy}{dt} + i\left(y\frac{dx}{dt} - x\frac{dy}{dt}\right) = -z\frac{dz}{dt} + il,$$

et je remarque que le carré du module du premier membre,

$$(x^2+y^2)\left[\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2\right],$$

s'exprime par

$$(1-z^2)\left[2g(z+c) - \left(\frac{dz}{dt}\right)^2\right],$$

de sorte qu'on obtient, en l'égalant au carré du module du second membre,

$$(1-z^2)\left[2g(z+c) - \left(\frac{dz}{dt}\right)^2\right] = z^2\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 + l^2,$$

ou bien

$$\left(\frac{dz}{dt}\right)^2 = 2g(z+c)(1-z^2) - l^2.$$

([1]) *Traité de Mécanique* de Poisson, t. I, p. 386.

La variable z étant déterminée par cette relation, une première méthode pour obtenir les deux autres coordonnées consiste à diviser membre à membre les équations

$$(x+iy)\left(\frac{dx}{dt}-i\frac{dy}{dt}\right)=-z\frac{dz}{dt}+il,$$
$$x^2+y^2=1-z^2.$$

» On obtient facilement ainsi les expressions qui conduisent aux résultats de M. Tissot, à savoir :

$$x-iy=e^{-\int\frac{z\,dz-il\,dt}{1-z^2}},$$

puis, en changeant i en $-i$,

$$x+iy=e^{-\int\frac{z\,dz+il\,dt}{1-z^2}}.$$

Mais j'opérerai différemment; je déduis d'abord des équations différentielles, et les ajoutant après les avoir multipliées respectivement par x, y, z,

$$x\frac{d^2x}{dt^2}+y\frac{d^2y}{dt^2}+z\frac{d^2z}{dt^2}+\mathrm{N}=gz,$$

puis de l'équation de la sphère, différentiée deux fois,

$$x\frac{d^2x}{dt^2}+y\frac{d^2y}{dt^2}+z\frac{d^2z}{dt^2}=-\left(\frac{dx}{dt}\right)^2-\left(\frac{dy}{dt}\right)^2-\left(\frac{dz}{dt}\right)^2=-2g(z+c).$$

Nous avons donc

$$\mathrm{N}=g(3z+2c),$$

et, par conséquent,

$$\frac{d^2(x+iy)}{dt^2}=-g(3z+2c)(x+iy);$$

or on est ainsi amené à l'équation de Lamé, dans le cas de $n=2$, comme nous allons le voir.

» Formons pour cela l'expression de z, et soit à cet effet

$$2g(z+c)(1-z^2)-l^2=-2g(z-\alpha)(z-\beta)(z-\gamma),$$

ce qui donne les relations suivantes :

$$\alpha+\beta+\gamma=-c,$$
$$\alpha\beta+\beta\gamma+\gamma\alpha=-1,$$
$$\alpha\beta\gamma=c-\frac{l^2}{2g}.$$

» On sait que les racines α, β, γ sont nécessairement réelles, et qu'en les rangeant par ordre décroissant de grandeur α sera positive, β positive ou négative, et toutes deux moindres en valeur absolue que l'unité, tandis que γ sera négative et supérieure à l'unité en valeur absolue. Soit donc

$$k^2 = \frac{\alpha-\beta}{\alpha-\gamma},$$
$$u = n(t - t_0),$$
$$n = \sqrt{\frac{g(\alpha-\gamma)}{2}},$$

on aura

$$z = \alpha - (\alpha - \beta)\,\mathrm{sn}^2(u, k),$$

t_0 étant une constante et le coefficient n étant pris positivement. Introduisons maintenant la variable u dans l'équation du second ordre, elle deviendra

$$D_u^2(x+iy) = \frac{g}{n^2}[3(\alpha-\beta)\,\mathrm{sn}^2 u - 3\alpha + 2c]\,(x+iy)$$

et, en simplifiant,

$$D_u^2(x+iy) = \left(6k^2\,\mathrm{sn}^2 u - 2\,\frac{\alpha-2\beta-2\gamma}{\alpha-\gamma}\right)(x+iy).$$

» C'est donc l'équation de Lamé dont nous avons donné la solution complète au moyen de deux fonctions doublement périodiques de seconde espèce à multiplicateurs réciproques. Or une seule de ces fonctions doit figurer dans l'expression de $x+iy$, comme le montre la formule obtenue tout à l'heure

$$x + iy = e^{-\int \frac{z\,dz + il\,dt}{1+z^2}};$$

par conséquent, nous pouvons immédiatement écrire

$$x + iy = \mathrm{C}D_u \frac{\mathrm{H}(u+\omega)}{\Theta(u)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right]u}$$

ou, sous une autre forme, en modifiant la constante arbitraire,

$$x + iy = \mathrm{A}D_u \frac{\mathrm{H}'(0)\,\mathrm{H}(u+\omega)}{\Theta(\omega)\,\Theta(u)} e^{\left[\lambda - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right]u};$$

maintenant il nous faut déterminer cette constante, ainsi que les quantités ω et λ. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Etudes chimiques sur le squelette des végétaux;* par MM. E. **Fremy** et **Urbain** (1).

« Le but de ce travail est de montrer comment on peut se servir de la méthode analytique que l'un de nous a décrite dans un Mémoire précédent, pour isoler, à l'état de pureté, les différents éléments qui constituent les tissus des végétaux, pour les caractériser nettement, et même pour en déterminer les proportions avec quelque exactitude.

» Les corps qui forment le squelette des végétaux sont principalement *la pectose* et *ses dérivés, les substances cellulosiques sous leurs différents états isomériques, la cutose* et *la vasculose.*

» Nous rappellerons ici, en quelques mots, les caractères distinctifs de ces différents corps.

» Avant toute détermination analytique, nous épuisons d'abord les tissus par les dissolvants neutres.

» *Pour doser la pectose,* nous la transformons en pectates par l'action des carbonates alcalins, et nous décomposons ces pectates par l'acide chlorhydrique, qui précipite l'acide pectique gélatineux et insoluble.

» Parmi les substances cellulosiques qui se trouvent dans les tissus des végétaux, nous avons distingué *la cellulose, la paracellulose* et *la métacellulose.*

» Ces corps cellulosiques présentent un caractère commun : c'est leur solubilité, sans coloration, dans l'acide sulfurique concentré; leurs propriétés distinctes sont les suivantes :

» *La cellulose* se dissout immédiatement dans le réactif ammoniaco-cuivrique.

---

(1) L'Académie se rappelle peut-être que j'ai consacré déjà plusieurs Mémoires à l'étude des corps qui constituent le squelette des végétaux, et que, dans une dernière Communication, j'ai fait connaître la méthode générale qui permet de déterminer la composition du tissu végétal le plus complexe.

Pour compléter ces recherches, qui n'intéressent pas seulement la Chimie, mais aussi la Physiologie végétale, il me restait à faire l'analyse des principaux tissus des végétaux, et à décrire les propriétés chimiques des éléments qui les constituent.

Dans l'exécution de ce travail, qui devait être long et difficile, j'ai eu recours à la collaboration de M. Urbain, qui est attaché depuis longtemps à mon laboratoire du Muséum et dont je connaissais toute l'habileté.

» *La paracellulose* ne se dissout dans le réactif cuivrique qu'après l'action des acides.

» *La métacellulose* résiste à l'influence du réactif cuivrique, même après l'action des acides; en outre, l'acide azotique et les hypochlorites la dissolvent rapidement.

» Ces caractères nous ont permis de reconnaître et de doser les corps cellulosiques.

» *La vasculose* est la substance qui forme la partie principale des vaisseaux; elle accompagne presque toujours les corps cellulosiques; elle lie entre elles les fibres et les cellules; ses caractères analytiques sont nets et ne permettent pas de la confondre avec les substances cellulosiques : elle est insoluble dans le réactif ammoniaco-cuivrique, même après l'action des acides; elle résiste pendant longtemps à l'acide sulfurique concentré; elle est attaquée rapidement par le chlore, par les hypochlorites et par les oxydants, tels que l'acide azotique, l'acide chromique, le permanganate de potasse, etc. La vasculose produit, sous ces différentes influences, des acides résineux solubles dans les alcalis, et peut ainsi être séparée des corps cellulosiques : les alcalis caustiques agissent à chaud et sous pression sur la vasculose et la dissolvent; c'est par cette méthode qu'on prépare aujourd'hui de la pâte à papier, en enlevant la vasculose qui existe dans le bois et dans la paille, au moyen de la soude caustique.

» *La cutose* (1) est cette membrane transparente qui recouvre les organes aériens des végétaux : elle n'est dissoute ni par l'acide sulfurique concentré ni par le réactif cuivrique; elle est attaquée par tous les agents d'oxydation, et pourrait être, sous ce rapport, confondue avec la vasculose; mais l'action des alcalis caustiques établit une différence marquée entre ces deux substances. Tandis que la vasculose n'est attaquée par les alcalis caustiques que lorsqu'ils agissent à chaud et sous pression, la cutose se dissout rapidement, à la pression ordinaire, dans les dissolutions alcalines étendues.

» Les caractères que nous venons de rappeler nous ont permis de doser les principes qui constituent les tissus des végétaux, et d'obtenir les résultats analytiques que nous allons faire connaître à l'Académie.

---

(1) Nous avons préparé la cutose qui nous était utile pour nos recherches, en opérant sur les feuilles d'agave que notre savant confrère, M. Naudin, nous a envoyées, et qu'il a trouvées en abondance dans son beau jardin d'Antibes, qu'il cultive, comme on le sait, avec tant de profit pour la science.

» Nos analyses ont porté sur *les tiges, les racines, les feuilles, les fruits* et *les graines*.

» ANALYSE DES TIGES. — Dans les tiges, nous avons analysé séparément le bois, le parenchyme de la moelle et l'enveloppe subéreuse.

Bois.

	Vasculose.	Cellulose et paracellulose.
Peuplier	18	64
Chêne	28	53
Buis	34	28
Ébène	35	20
Gaïac	36	21
Bois de fer	40	27

» Ces analyses démontrent que, dans les bois, la proportion de vasculose augmente avec leur dureté et leur densité.

» Quant aux proportions relatives de cellulose et de paracellulose, elles sont variables dans les tiges : le bois de sapin paraît être exclusivement formé de paracellulose et de vasculose.

Parenchyme de la moelle.

Moelle de sureau	Cellulose	37
	Paracellulose	38
	Vasculose	25

» Le parenchyme de la moelle contient souvent, comme M. Maudet l'a prouvé, des quantités considérables de pectose et de pectate de chaux.

» *Enveloppe subéreuse.* — Ce tissu est plus complexe que les précédents. On sait que M. Chevreul, dans ses beaux travaux sur le liége, a démontré que ce tissu contenait un corps particulier, qu'il a désigné sous le nom de *subérine*.

Liége ordinaire.	Matières solubles dans les acides et dans les alcalis	5	
	Cutose	43	Subérine de M. Chevreul
	Vasculose	29	
	Cellulose et paracellulose	12	

» ANALYSE DES RACINES. — Nous donnons ici, comme exemple, l'analyse de la racine de Paulownia.

Suber.

Corps solubles dans l'eau et dans les alcalis	45
Vasculose	44
Paracellulose	4

Liber mou.

Matières solubles dans l'eau et dans les alcalis	56
Vasculose	34
Paracellulose	4

Corps de la racine

Matières solubles dans l'eau et dans les alcalis	47
Vasculose	17
Paracellulose	30

» ANALYSE DES FEUILLES. — Nous avons analysé séparément, dans les feuilles, le parenchyme, l'enveloppe épidermique, les fibres et les vaisseaux : nous citerons ici, comme exemple, l'analyse des feuilles de lierre.

Eau et matières solubles dans les dissolvants neutres........	707,7
Parenchyme formé de cellulose et de pectose..............	240,0
Fibres et vaisseaux formés de vasculose et de paracellulose...	17,3
Épiderme formé de cutose et de paracellulose.............	35,0

» ANALYSE DES PÉTALES DE FLEURS. — Les pétales de fleurs sont constitués, au point de vue chimique, comme les feuilles : ils sont enveloppés par un épiderme formé de cutose et de paracellulose; leur tissu utriculaire est constitué par la cellulose; leurs trachées dédoublables sont formées presque exclusivement par la vasculose.

» Nous citerons ici l'analyse des pétales de Dahlia.

Eau et matières solubles..............................	961,30
Parenchyme formé de cellulose et de pectose............	31,63
Vasculose..	1,20
Paracellulose..	2,27
Cutose...	3,60

» ANALYSE DES FRUITS. — Dans l'analyse des fruits, nous avons examiné séparément l'épicarpe, l'endocarpe, le mésocarpe et la graine.

» *Epicarpe.* — La membrane qui recouvre la plupart des fruits, tels que les pommes et les poires, présente une composition assez complexe; elle est formée de trois membranes superposées; celle qui est extérieure est constituée par la cutose; la seconde est produite par la vasculose; la troisième est à base de paracellulose.

» *Endocarpe.* — Cette partie du fruit est constituée à peu près comme le bois; on y trouve la cellulose unie à la paracellulose et à la vasculose. Dans l'endocarpe d'un grand nombre de fruits, la vasculose entre pour plus de la moitié du poids total : la dureté de ce tissu est d'autant plus grande que la proportion de vasculose est plus forte.

» Nous donnons ici l'analyse de quelques-uns de ces tissus :

	Vasculose.	Cellulose et paracellulose.
Coquilles de noix............	44	25
Coquilles de noisettes.........	50	31
Noix de coco................	58	25
Noyaux d'abricots............	60	26
Noix de Bankoul..............	62	14

» *Mésocarpe.* — Les cellules du mésocarpe des fruits, telles que celles des pommes et des poires, sont formées principalement par de la cellulose qui est souvent associée à la pectose.

» Les vaisseaux et les trachées du mésocarpe ont pour base principale la vasculose.

» Les concrétions pierreuses qui se rencontrent dans le mésocarpe de certaines poires sont formées par un mélange de vasculose et de cellulose.

» Tissu des graines. — Le *périsperme* des graines, lorsqu'on l'a débarrassé de l'amidon, des matières azotées et des corps gras qu'il contient, est constitué presque exclusivement par de la cellulose.

» Le *testa* est formé par un mélange de cutose, de cellulose et de paracellulose qui produit une série d'enveloppes résistantes et cornées.

» Tissu des champignons. — Nous avons trouvé des quantités considérables de métacellulose dans les tissus des champignons et dans ceux de plusieurs sortes de pénicillium; cette substance forme en grande partie la fungine de Braconnot.

» Tel est le résumé de nos recherches analytiques sur la composition des principaux tissus qui constituent le squelette des végétaux.

» Qu'il nous soit permis de dire, en terminant, pourquoi nous avons consacré un temps fort long à ces études d'analyse immédiate, qui sont toujours arides, comme le savent les chimistes.

» Nous avons pensé d'abord que les incertitudes qui régnaient sur la composition chimique du squelette des végétaux constituaient, dans la science, une lacune véritable que les botanistes étaient en droit de nous reprocher.

» En effet, des différences ou des analogies bien constatées, dans la constitution chimique des tissus, ne peuvent-elles pas être utiles aux botanistes pour leurs classifications?

» Ainsi il nous a paru intéressant de démontrer que les tissus des champignons et ceux des lichens présentaient la même constitution chimique, et qu'ils contiennent de la métacellulose; tandis que ces tissus différaient de ceux qui forment les algues, les mousses et les fougères. Ici, les documents chimiques confirment ceux qui sont fournis par l'Anatomie végétale.

» Entre les mains des botanistes, nos procédés d'analyse seront, nous n'en doutons pas, d'un grand secours pour les études physiologiques.

» Les méthodes analytiques que nous proposons, et qui permettent de

doser les éléments constitutifs d'un tissu, donneront aussi aux botanistes le moyen de rechercher comment les différentes parties des tissus apparaissent dans la végétation, comment ils se détruisent dans le sol arable pendant la décomposition des engrais, et d'apprécier le rôle qu'ils ont joué dans la formation des combustibles fossiles.

» Nous croyons même que nos recherches seront utiles à l'industrie. On sait que les tissus ligneux reçoivent de nombreuses applications; en faisant connaître leurs propriétés chimiques, nous jetterons certainement quelque jour sur le rouissage du chanvre, sur le blanchiment des fils, sur la fabrication du papier de paille, sur l'extraction ou la purification des fibres des végétaux, et sur la production de l'esprit de bois.

» Nous aborderons ces différentes questions, dans notre prochain Mémoire sur la vasculose et la cutose. »

ZOOLOGIE. — *Compte rendu sommaire d'une exploration zoologique faite dans l'Atlantique, à bord du navire* le Travailleur; par M. **Alph. Milne Edwards.**

« Les explorations que nous avions faites au mois de juillet dans la Méditerranée nécessitaient un complément de recherches dans l'Océan, particulièrement sur les côtes de l'Espagne et du Portugal; aussi M. le Ministre de la Marine nous autorisa-t-il à continuer nos dragages à bord du « Travailleur » pendant le mois d'août.

» Dans les couches abyssales de l'Atlantique, les fonds, au lieu d'être uniformément couverts d'un lit épais de vase, étaient de nature très-variée et formées tantôt de calcaires compacts, tantôt de cailloux rappelant par leur composition les roches pyrénéennes, tantôt de calcaires nummulitiques, tantôt d'un limon composé presque exclusivement par des Foraminifères [1]. Près de la côte nord de l'Espagne, des Polypiers nombreux et pour la plupart inconnus s'étaient développés sur certains points et à plus de 1000^{m} de profondeur avec une puissance merveilleuse, abritant toute une population de Mollusques, d'Annélides, de Crustacés et de Zoophytes. Les dragages que nous avons faits dans ces parages ont atteint des profondeurs qui n'avaient jamais été explorées dans les mers d'Europe. Le 17 août, dans le golfe de Gascogne, par 44° 48′ 30″ de latitude nord et 7° 0′ 30″ de longitude ouest, nous avons dragué un fond de 5100^{m} et nous y avons rencon-

[1] M. Schlumberger, dans 1^{cc} de cette vase, a trouvé 116000 Foraminifères.

tré de nombreux animaux, de petite taille il est vrai, mais dont quelques-uns appartiennent à des groupes élevés : tels sont un Annélide, un Crustacé amphipode et trois Ostracodes; les autres espèces, très variées, appartiennent aux groupes des Foraminifères et des Radiolaires. La température de la couche d'eau qui reposait sur ce fond de 5100^m était de + 3°, 5.

» J'ai dit plus haut que généralement les Poissons échappaient à nos recherches; nous avons cependant pris à la palangre, sur la côte du Portugal, en vue du cap Espichel, par environ 1200^m, trois espèces de Squales fort rares et qui ne semblent jamais quitter les abysses de l'Océan; ce sont : *Centrophorus squamosus, C. crepidallus* et *Centroscymnus cœlolepis*, décrits il y a quelques années par MM. Barboza du Bocage et Brito-Capello. Un autre Poisson, la *Mora mediterranea*, a aussi été capturé dans les mêmes conditions.

» Les récoltes de Crustacés sont fort abondantes. Le *Lispognathus Thomsoni* (Norm.), le *Scyramathia Carpenteri* (Norm.), le *Geryon longipes* ont été trouvés à des profondeurs variant entre 896^m et 1225^m. Le *Bathynectes longispina*, découvert par Stimpson, au large de la Guadeloupe, a été rencontré par nous à la hauteur du cap Ortégal et par 900^m environ. Un Pagure des grands fonds me semble identique avec une espèce américaine (*Eupagurus Jacobii*, A. M. E.)(1).

» Le groupe des Galathéides compte de nombreux représentants. En 1880, j'ai signalé l'existence d'un *Galathodes* dans le golfe de Gascogne, à 1950^m(2). Une autre espèce a été pêchée cette année sur la côte nord de l'Espagne par 900^m; de même que la précédente, elle est aveugle (3). Un *Elasmonotus* (4), aveugle aussi, trouvé par 1068^m au large de Porto, est

(1) Cette espèce est identique au *Parapagurus pilosimanus*, de Smith.

(2) *Galathodes acutus* (A. M. E.). Le rostre est mince, pointu et aussi long que les antennes internes. La carapace porte deux épines latérales : l'une à son angle antérieur, l'autre, très petite, en arrière du sillon cervical. Les deuxième, troisième et quatrième anneaux de l'abdomen sont armés sur la ligne médiane d'une épine dirigée en avant.

(3) *Galathodes rosaceus* (A. M. E.). Le rostre est large et lamelleux, il se termine en avant par trois pointes : la médiane est carénée en dessus, les latérales sont très courtes. Les côtés de la carapace sont armés de quatre épines. Les articles de l'abdomen sont arrondis en dessus. Le bras et l'avant-bras des pinces portent quelques épines. Les mains sont inermes, la couleur est rosée.

(4) *Elasmonotus Vaillantii* (A. M. E.). Cette espèce est bien caractérisée par la disposition de la région gastrique, qui est très élevée, et porte en avant deux petites pointes symétriques et dominant le rostre. Celui-ci est court, simple et pointu. L'abdomen est caréné

bien distinct des quatre espèces de ce genre qui habitent les mers américaines. Un *Diptychus* existe aussi dans les eaux européennes ([1]).

» Le Pontophile de Norvège (*Pontophilus Norvegicus*, Sars.), que l'on croyait cantonné dans les mers boréales, s'est trouvé associé aux espèces précédentes et à un autre Pontophile épineux encore inconnu ([2]). Un Macroure de la famille des Hippolytes doit constituer un genre nouveau ([3]). Ses yeux n'ont pas de cornées et sont terminés par trois petites épines. Le genre *Acanthephyra*, dont j'ai décrit plusieurs espèces de la mer des Antilles, compte un représentant dans les abysses de l'Océan ([4]), au large des Berlingues, par 2590^{m}. Sa couleur, comme celle des *Gnathophausia*, est d'un rouge carminé magnifique. Une Pasiphaé, que la drague a ramenée par 900^{m}, présentait exactement la même coloration. Parmi les acquisitions les plus importantes qui aient été faites dans les mêmes parages, je signalerai un Pycnogonidien, vivant à 1918^{m} et remarquable par sa taille ([5]); il mesurait, les pattes étendues, $0^{m},25$. Par ses caractères extérieurs, il se rapproche beaucoup du *Colossendeis leptorhynchus* (Hœck). C'est le géant des Pycnogonides de nos mers.

» Les Mollusques se sont montrés très nombreux au nord de l'Espagne;

---

transversalement et armé sur les deux premiers anneaux d'une saillie médiane portant deux petites épines.

([1]) *Diptychus rubro-vittatus* (A. M. E.). Cette espèce diffère du *D. nitidus* par ses yeux plus petits, sa carapace plus élargie et plus courte, son rostre plus triangulaire et moins élancé, ses pinces plus fortes et plus trapues. Sa couleur est d'un rose pourpré, marqué sur les pinces de bandes plus claires (retiré d'une profondeur de 900^{m}).

([2]) *Pontophilus Jacqueti* (A. M. E.). Le corps est plus grand et plus trapu que celui du *P. Norvegicus*, son rostre est plus court et n'atteint pas le niveau des cornées. Une seule épine médiane existe sur la carapace au-dessus du lobe cardiaque antérieur; deux autres épines latérales se montrent en avant de celui-ci. Enfin le lobe branchial porte aussi une épine.

([3]) *Richardina spinicincta* (A. M. E.). Le rostre dépasse à peine les articles basilaires de l'antenne externe; il porte douze dents en dessus et cinq en dessous. La carapace porte en avant, de chaque côté de la région gastrique, trois petites épines et une ceinture de spicules en arrière du sillon cervical. Les deux premières pattes sont didactyles, les deux dernières sont multiarticulées et monodactyles.

([4]) *Acanthephyra purpurea* (A. M. E.). Le rostre est grêle, presque droit et porte neuf dents sur son bord supérieur et cinq sur son bord inférieur. Le troisième anneau de l'abdomen est armé d'une pointe médiane et postérieure dirigée en arrière. Une autre pointe semblable, mais plus petite, existe sur le cinquième et sur le sixième anneau.

([5]) *Colossendeis Villegentei* (A. M. E.). Le rostre est plus court que celui du *C. leptorynchus*, mais son corps est plus long.

plusieurs espèces étaient nouvelles. La liste ci-jointe [1] donnera une faible idée de cette faune, car le triage des petites espèces n'est pas encore fait.

» Les Bryozoaires figurent pour une proportion notable parmi les animaux que nous avons trouvés sur les fonds de roches et de cailloux. Vingt-sept espèces appartenant à des genres connus et dix qui devront prendre place dans des genres nouveaux ont déjà été reconnues par M. le Dr Jullien. Des faits intéressants se dégagent de leur étude. La *Setosella vulnerata* ne présente d'ovicelles que dans les grands fonds de 1000m; plus près de la surface, soit dans la Méditerranée, soit près des Shetland, elle semble ne pas pouvoir se reproduire. Une autre espèce du même genre, la *S. Richardi*, se distingue par la disposition unicellulée du zoarium. Nous signalerons aussi l'*Anasthropora monodon* (Busk), la *Mucronella abyssicola* (Norm.), la *Schyzoporella unicornis* et la *Mucronella Peachii* (Jonhs), qui n'avaient pas été rencontrées dans ces parages et paraissaient exister seulement, soit sur les côtes du Shetland, soit dans les mers américaines.

» La collection des Coralliaires est surtout remarquable par l'abondance et la beauté des échantillons se rapportant aux genres *Lophohelia* et *Amphihelia*. La *Lophohelia prolifera* a été draguée par 1000m environ. L'*Amphihelia oculata* provient de la même station, ainsi que l'*Amphihelia rostrata* (Pourtalès), qui n'était encore connue que dans la mer des Antilles. M. Marion indique encore une série de *Desmophyllum crista-galli*, deux espèces nouvelles de Caryophylliens : l'une que l'on doit ranger parmi les Caryophyllies vraies, l'autre prend place dans le groupe des *Bathycyathus*. Les Hydraires, toujours faiblement représentées, appartiennent à des formes septentrionales (*Dicoryne flexuosa*, Sars; *Lophœnia tenuis*, Sars). Une espèce d'*Aglaophenia* (*A. Folinii*) est nouvelle.

(1) PTEROPODA : *Cuvieria, Spirialis, Hyalæa, Cleodora*, etc. GASTEROPODA : *Murex Richardi* (nov. sp.), *Trophon vaginatus, Columbella acute-costata, Marginella clandestina, Hela tenella, Trochus gemmulatus, Trochus Vaillantii* (affinis *T. Ottoi*, Philippi, du tertiaire de Sicile). *Zizyphinus Folini* (nov. sp.), *Turbo filosus* (identiques à ceux du tertiaire de Sicile), *Solarium discus, Pyramidella Mediterranea, Actæon exilis, Scaphander puncto-striatus*. SCAPHOPODA : *Siphonentalis quinquangularis, Dentalium agile*. LAMELLIBRANCHIATA : *Spondylus Gussoni, Lima Marionis* (nov. sp.), *Amusium lucidum, Pecten vitreus, P. Hoskynsi, Limopsis aurita, L. minuta, Arca nodulosa, Nucula sulcata, Malletia obtusa, M. cuneata, Neæra rostrata, N. striata, Axinus ferruginosus, A. biplicatus, Lyonsia formosa, Syndesmya longicallus*, etc. BRACHIOPODA : *Terebratella septata, Terebratulina tuberata, T. caput-serpentis, Terebratula sphenoida, T. sp.* (très grande espèce, de la taille de la *T. Wyvillei*, Davidson, des mers antarctiques et très voisine de la *T. Scillæ* du pliocène de l'Italie méridionale), *Rhynchonella sicula*.

» Nous pouvons signaler, parmi les Vers, quelques beaux Sipunculiens se rapportant à des types du Nord Atlantique (*Ocnesoma Steenstrupi, Sipunculus norvegicus*). Un Phascolion et un Aspidosiphon devront être comparés attentivement aux espèces décrites recemment par les naturalistes de Christiania.

» Les Annélides Chétopodes ne sont pas rares. L'une des plus remarquables est une grande Eunice aveugle (*Eunice Amphiheliæ*, Marion), trouvée dans un tube parcheminé, autour duquel s'était développé un beau polypier d'*Amphihelia oculata*. Nous mentionnerons encore une belle Aricie, voisine de l'*A. Kupferi* (Ehl), une Euphrosyne, une Térébelle, un Amphorétien, une Néréis, des Polynoé, une Vermilie, dont le tube est fixè sur les Lophohélies.

» Les Alcyonnaires présentent tous un grand intérêt; ce sont : 1° la *Funiculina quadrangularis* (Pallas); 2° la *Pennatula aculata* (Koren et Danielsen); 3° le *Kophobelemnon stelliferum* (Muller); 4° l'*Umbellula ambigua* (Marion) ([1]), espèce fort curieuse qui se rapproche beaucoup de l'*U. grandiflora* (Koll.) des îles Kerguelen; 5° la *Plexaura desiderata* (Marion), trouvée à 1094^{m} et jusqu'ici non décrite; 6° *Murica paucituberculata* (Marion); 7° l'*Isis* (*Mopsea elongata*) (Esper); 8° deux très curieux Gorgonides, dont les caractères intermédiaires sont fort remarquables et qui se rapportent à des types nouveaux.

Les Echinodermes sont fort nombreux, et, parmi ces animaux, la prédominance appartient d'une manière très marquée aux Stellérides. La drague a ramené de nombreux fragments de Brisinga, et même un exemplaire complet de cette belle Étoile de mer. M. Perrier s'est assuré que les bras subissent avec l'âge des métamorphoses, et leur étude prouve que le genre *Hymenodiscus* se rattache intimement aux Brisinga.

» Parmi les espèces nouvelles d'Astéries, nous signalerons deux *Pedicellaster*, l'un à 5 bras, l'autre à 6 bras, et une petite Astérie fort remarquable qui devra former un genre, sous le nom de *Hoplaster spinosus* (Perrier). Les Ophiurides sont représentés par les genres *Ophioglypha, Ophioderma, Ophiacantha, Ophiothrix, Amphiura, Asteronyx*. Une espèce remarquable par ses bras courts et relevés n'était pas encore connue; elle a été trouvée par

---

([1]) Cette espèce s'éloigne de l'*Umbellula Thomsoni* par son sarcosome dépourvu de sclérites calcaires. Les Polypes sont groupés sans disposition bilatérale, sur un gros renflement : il n'existe pas de rachis. L'axe forme à son extrémité supérieure une lame très élargie et tordue, de manière à rejeter tous les polypes en une grappe pendante.

390^{m}, et désignée sous le nom d'*Astrophis pyramidalis*. Nous citerons encore de nombreux *Phormosoma* qui semblent se rapporter à deux espèces : l'une identique au *Phormosoma Hystrix* (W. Th.), l'autre que nous avons déjà trouvée l'année dernière dans le golfe de Gascogne.

» Les Spongiaires ont été recueillis en très grand nombre ; la plupart, pêchés à plus de 1000^{m}, appartiennent au type des Hexactinellides. Nous ne pouvons en donner ici la liste complète. Nous signalerons plusieurs *Farrea*, l'*Aphrocallistes Bocagei*, l'*Holtenia Carpenteri*, la *Sympagella nux*, l'*Hyalonema Lusitanicum*, le *Phœronema Carpenteri*, et un superbe exemplaire de l'*Askonema Setubalense*. Deux beaux spécimens de l'*Euplectella suberea* ont été pris par 3307^{m} au large des Berlingues ; un peu plus au nord, la drague a ramené une espèce nouvelle voisine des *Fieldingia*, qui a été appelée par M. Vaillant *Parafieldingia socialis* ([1]).

» Dans les échantillons des fonds de la Méditerranée, M. Certes n'avait pu trouver aucun Infusoire ; un sondage fait dans l'Océan, par 1145^{m}, lui a fourni un organisme qui peut appartenir à ce groupe, et une belle Euglyphe, de forme allongée, se rapprochant, par sa forme et sa structure, des Diffugies d'eau douce décrites par M. Leydy.

» Dans un compte rendu aussi sommaire, je n'ai pu qu'indiquer les résultats les plus remarquables acquis à la Science par la campagne du *Travailleur*. On peut cependant se faire dès à présent une idée des nombreux matériaux d'étude que nous avons recueillis, et l'on peut affirmer, sans crainte d'être contredit, que l'on ne saurait aujourd'hui espérer réunir une moisson aussi ample de faits nouveaux, en explorant avec les moyens ordinaires les régions même les plus lointaines du globe. Ces investigations sous-marines promettent encore bien des révélations : nous devons les continuer. Il ne faut pas que la France laisse à d'autres le soin d'étudier les profondeurs des mers qui baignent ses côtes : c'est une tâche qui lui revient, et qu'elle doit tenir à honneur d'accomplir. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur certaines stations météorologiques qu'on se propose d'établir au voisinage du pôle nord.* Note de M. **Faye**.

« On parle, dans les Revues scientifiques et dans les Journaux, de grandes expéditions arctiques qui auraient été décidées dans des réunions

([1]) Les Agrégats spiculaires sphériques, au lieu d'être inclus dans un tissu spiculosarcodaire, comme chez les *Fieldingia*, sont enfermés dans un feutrage lâche, constitué par de longs sclérites aciculaires.

internationales de savants météorologistes, et qui doivent avoir lieu l'an prochain. Les Anglais, à ce qu'il paraît, ne s'y sont point associés. En ce qui concerne la France, je regrette que ces projets n'aient point été soumis à l'Académie. Pour moi, je les considère comme peu utiles. Les stations météorologiques de Bossekop, de l'île de J. Mayen, de la Nouvelle-Zemble, du Spitzberg, etc., qui doivent être occupées pendant une année entière par des observateurs décidés à hiverner sous ces climats rigoureux, avec des instruments de toute sorte, ne rendront guère plus, pour la Physique du globe, que ce que nous y avons déjà obtenu, il y a quarante ans, par celles de Lottin, Martins, Bravais, etc. Au point de vue purement météorologique, elles me paraissent choisies juste au rebours des indications de la science actuelle.

» Les auteurs de ces vastes projets pensent, et c'est là leur raison déterminante, que les glaces des régions polaires sont *peut-être* le régulateur de nos climats. La science actuelle affirme, au contraire, que ce régulateur n'est ni au pôle nord ni au pôle sud, mais à 90° de là, dans la vaste zone équatoriale d'où partent, sur les deux hémisphères, les tempêtes et les bourrasques qui se propagent jusqu'à nous. Par conséquent, ce n'est pas près du pôle qu'il faut aller étudier les causes et la propagation des grandes variations atmosphériques, c'est entre l'équateur et nous. Je demande à l'Académie la permission d'expliquer rapidement ces assertions.

» C'est d'abord une exagération que d'attribuer au froid des étroites calottes polaires une influence régulatrice sur les phénomènes météorologiques de nos contrées. Ce froid, un froid tout aussi excessif et bien plus constant, se rencontre à quelques kilomètres au-dessus de nos têtes. La condensation et la congélation des vapeurs ne s'effectuent pas principalement aux pôles, mais à l'équateur. C'est dans la zone torride que l'évaporation des mers s'opère sur une grande échelle; c'est au-dessus de ces régions que la vapeur d'eau, après avoir traversé les couches d'air sans les entraîner sensiblement, se condense en aiguilles glacées à très basse température; c'est de l'équateur que partent les cirrhus qui se répandent au-dessus des couches aériennes de nos zones tempérées, et y engendrent, par le mécanisme descendant des cyclones, la pluie, les orages, la grêle et la neige [1].

---

[1] Là où ces cirrhus manquent, comme cela arrive au-dessus de l'Afrique équatoriale, les courants supérieurs n'en existent pas moins; mais les cyclones qui y prennent naissance donnent des tempêtes sèches, connues sous les noms de *khamsin, simoun* ou *sirocco*.

» Il me suffira de rappeler, à ce sujet, les tempêtes qu'on nous annonce d'Amérique. Jamais les Européens n'ont eu et n'auront l'occasion d'en annoncer une aux Américains. Sur notre hémisphère, presque à l'opposite de nos régions, les tempêtes vont de Shangaï au Japon, jamais du Japon aux côtes de la Chine. Sur l'autre hémisphère, les tempêtes vont de l'île Maurice à l'île de la Réunion et à Madagascar : jamais on n'en voit suivre la marche inverse. Et il en est ainsi sur tout le globe terrestre.

» Pour bien faire juger des mouvements généraux de l'atmosphère, je prends un fait absolument constant et général d'un bout à l'autre de la Terre. La *Connaissance des Temps* publie, chaque année, la Table des réfractions de Laplace; les astronomes, les marins et les voyageurs s'en servent tous les jours et en tous pays. A-t-on jamais ouï dire que ces Tables aient été une seule fois trouvées en défaut? Aux pôles ou à l'équateur, au niveau de la mer ou sur les hauts plateaux comme au sommet des plus hautes montagnes, les réfractions calculées sont toujours justes ([1]). Il faut donc croire que la constitution de l'atmosphère, telle que ces Tables la supposent, est sensiblement réalisée dans la nature.

» Or elles sont basées sur l'idée que l'atmosphère se compose de couches homogènes, parallèles au sol, c'est-à-dire renfermées entre des surfaces de niveau à très peu près sphériques et concentriques. A la rigueur, cette idée suppose l'équilibre, tandis que l'atmosphère réelle est incessamment troublée par l'échauffement solaire. Mais les grands courants atmosphériques ont principalement pour but de rétablir cet équilibre; ils y travaillent sans cesse, en sorte que l'atmosphère, sans l'atteindre jamais en toute rigueur, y revient constamment et ne s'en écarte jamais d'une manière notable, grâce à la mobilité prodigieuse des fluides qui la composent. Par conséquent les grands courants qui règnent à toute hauteur dans l'atmosphère sont, comme ceux de nos rivières et surtout comme ceux de la mer, très peu inclinés sur les surfaces de niveau dont nous venons de parler. Lorsque la chaleur solaire dilate les couches inférieures de l'air sur l'hémisphère tourné vers cet astre, il ne se produit pas du tout, comme plusieurs le croient, un tirage vertical au-dessous du Soleil, un courant ascendant qui bouleverserait les couches aériennes. Le premier marin venu s'en apercevrait, sinon à la flamme de ses mâts, du moins à ses observations astronomiques. Ce qui se produit, c'est la dilatation d'ensemble de toutes les

([1]) Je ne parle pas ici de dixièmes de seconde, ni des phénomènes tout à fait exceptionnels de mirage dont les causes, d'ailleurs toutes locales, sont parfaitement connues.

couches d'air reposant sur l'hémisphère échauffé. Les couches supérieures, soulevées au-dessus de leur niveau naturel et ne pouvant retomber sur place, coulent de toutes parts le long des surfaces de niveau avec une vitesse, d'abord très faible, mais qui va en s'accélérant, et se répandent au loin sur ces surfaces en y portant une certaine surcharge. C'est ainsi qu'en versant à la surface de la mer le contenu d'une barrique d'huile, on voit l'huile couler à la surface de l'eau et s'étendre au loin, jusqu'à ce qu'elle se réduise à une pellicule imperceptible.

» Dans cette vaste nappe qui se déverse de tous côtés [1], il se dessine des courants particuliers, assez semblables à ceux de la mer. Ces courants, nécessairement déviés par la rotation du globe, affectent des directions déterminées, et, comme ils se produisent à huit ou dix mille mètres de hauteur, ils sont longtemps indépendants des aspérités du globe terrestre. C'est là ce qui explique leur allure d'abord régulière et presque géométrique, tellement qu'ils ne dépendent en chaque point, tant pour la vitesse que pour la direction, que de la latitude géographique de ce point.

» Or, c'est dans ces courants supérieurs [2] que naissent les mouvements gyratoires et par suite les tempêtes, orages, cyclones, typhons, bourrasques, en un mot tout ce qui change le temps en bas. Tracer sur la mer ou sur le sol la trajectoire d'une tempête, c'est tracer en haut la trajectoire d'un de ces vastes courants aériens. Cela a été fait cent fois pour toutes les régions du globe, en compulsant les livres de bord des marins ou les observations des postes fixes. Toujours et partout on a trouvé que ces courants prennent naissance à quelques degrés de l'équateur, se dirigent d'abord à l'ouest tout en remontant vers le pôle, puis à l'est-nord-est en décrivant une sorte de parabole dont le sommet est placé vers le 35^e degré et dont l'axe est dirigé vers l'est. Ces paraboles sont, sur les deux hémisphères, placées symétriquement par rapport à l'équateur [3].

» Ces masses d'air, soulevées périodiquement par le Soleil et se déversant vers les pôles, viennent en surcharge sur les contrées tempérées et

---

(1) Les vents alizés inférieurs sont une conséquence de ces phénomènes. On sait qu'ils n'aboutissent pas à l'équateur, ce qui aurait lieu s'il s'agissait d'un tirage équatorial.

(2) Ces courants sont séparés par des plages relativement fixes qui les encadrent et les délimitent. Ces plages répondent sans doute aux aires de fortes pressions qu'on désigne à tort sous le nom d'*anticyclones*. Il y a encore là beaucoup de points à éclaircir.

(3) Sauf que sur l'hémisphère austral elles se trouvent plus rapprochées de 5° environ que sur le boréal. Les sommets sont sur le parallèle de 30° et non de 35°.

s'abaissent lentement vers le sol, non par des courants verticaux descendants, mais par un mouvement d'ensemble d'une grande lenteur. Comme elles sont animées d'un grand excès de vitesse de l'ouest à l'est, cet excès se communique par friction, de couche en couche, aux couches inférieures, vers la limite des zones tempérées, et y entretient un vaste courant d'Ouest à Est, comprenant l'épaisseur des couches basses. Ce phénomène se dessine le mieux dans l'hémisphère austral, où il ne rencontre pas les obstacles d'un sol, en grande partie continental, comme sur notre hémisphère. Il isole en quelque sorte les contrées polaires.

» Il suffit de considérer cet ensemble grandiose et presque géométrique pour comprendre la valeur des annonces de tempêtes qui nous viennent des États-Unis. Seulement, les trajectoires *centrales* des bourrasques qui passent sur ce vaste territoire aboutissent aux côtes de Norvège et d'Angleterre, non à celles de France. Celles qui nous atteignent directement passent, en plein Atlantique, sur la région des Açores. Si donc la France voulait organiser une grande station météorologique, utile à la science et à nos ports, ce n'est pas au cap Horn qu'il faudrait aller, au bout de l'Amérique australe, c'est aux Açores. L'Espagne et le Portugal y seraient également intéressés. Si, après une année d'observations, ces prévisions se réalisaient, ce qui pour moi n'est pas douteux, il serait facile de relier télégraphiquement cette utile station à la France par Lisbonne. Mais notez bien que ce n'est pas pour étendre le réseau des stations qui entourent Paris, au nord comme au sud, et qui nous envoient leurs observations quotidiennes, que je signale les Açores : c'est parce que les Açores se trouvent avant nous sur la trajectoire centrale des ouragans qui viennent nous frapper. C'est en vertu de la même considération que l'île de la Réunion demande un câble entre elle et l'île Maurice, câble que les habitants de Maurice ne réclameront pas, parce que jamais les tempêtes n'iront de la Réunion à notre ancienne île de France. Par une exagération assurément fautive, mais qui rend très bien ma pensée, j'ajoute que, pour l'annonce des tempêtes en France, on pourrait se contenter des États-Unis et des Açores. Quant au cap Horn, je le répète, je ne vois pas ce que nous y ferons. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des équations différentielles linéaires du second ordre.* Note de M. F. **Brioschi**.

« Kummer a démontré (*Journal de Crelle*, t. 15) qu'étant données deux équations différentielles linéaires du second ordre,

$$(a) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} + p\frac{dy}{dx} + qy = 0,$$

$$(b) \qquad \frac{d^2z}{dt^2} + P\frac{dz}{dt} + Qz = 0,$$

en posant

$$1^\circ \qquad y = wz$$

et en supposant t fonction de x, on a

$$2^\circ \qquad [t]_x = T\left(\frac{dt}{dx}\right)^2 - X,$$

en faisant

$$[t]_x = \frac{t'''}{t'} - \frac{3}{2}\left(\frac{t''}{t'}\right)^2,$$

$$T = \frac{dP}{dt} + \frac{1}{2}P^2 - 2Q, \qquad X = \frac{dp}{dx} + \frac{1}{2}p^2 - 2q,$$

et

$$3^\circ \qquad w^2 = c\,\frac{e^{\int P dt}}{e^{\int p dx}}\,\frac{dx}{dt}.$$

Si P, Q peuvent s'exprimer en t comme p, q en x et que $y = F(x)$ soit une intégrale de (a), $z = F(t)$ sera pareillement une intégrale de (b), et l'on aura

$$F(x) = wF(t).$$

» La théorie des fonctions hypergéométriques et celle des fonctions elliptiques donnent des exemples de cette propriété des fonctions P, Q, p, q. Le plus important est dû à Legendre.

» Si l'on suppose $x = k$, $t = \lambda$ (λ, k modules), $w = M$ (M multiplicateur), $y = aK + bK'$, $z = \alpha\Lambda + \beta\Lambda'$ (Jacobi, *Fund. nova*, p. 76), l'équation (3) devient dans ce cas

$$M^2 = \frac{1}{n}\,\frac{\lambda(1-\lambda^2)}{k(1-k^2)}\,\frac{dk}{d\lambda} \quad \left(c = \frac{1}{n}\right);$$

l'équation différentielle du troisième ordre ainsi obtenue est un résultat

auquel Jacobi attache une grande importance : *Inter affectus æquationum modularium, id maxime memorabile ac singulare mihi videor animadvertere....* (*Fundamenta*, p. 74). On trouve d'autres exemples dans un Mémoire de Kummer, de l'année 1834, publié dans le *Programme du Gymnase de Liegnitz*. Les recherches plus récentes de MM. Schwarz, Klein, Cayley, Fuchs, et les miennes, ont toutes pour point de départ le système d'équations ci-dessus. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTROCHIMIE. — *Dépôts de couches métalliques de diverses couleurs par l'électricité.* Note de M. **F. Weil.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Dumas, Edm. Becquerel, Cahours).

« M. F. Weil a perfectionné ses procédés électrochimiques. Il est aujourd'hui parvenu à revêtir tous les métaux ou tous les alliages, instantanément, à la température ordinaire et au moyen d'un seul et même bain de cuivre, d'une couche adhérente et du plus beau brillant de divers sous-oxydes de cuivre dont la nature chimique n'a pas encore été étudiée.

L'acier et le laiton, par exemple, ainsi que tous les métaux précieux, se recouvrent de couches brillantes de telle ou telle couleur, à la volonté de l'opérateur. Ces dépôts métalliques multicolores sont, à volonté, ou unis, ou changeants; le même bain peut produire toute la série des couleurs, unies ou changeantes, selon la manière d'exposer les pièces à l'action électrique, produite sans l'emploi de la pile proprement dite, c'est-à-dire sans frais.

Ces diverses couleurs, d'une solidité remarquable, sont dues à des sous-oxydes de cuivre et non pas à un effet de lames minces. M. Weil en a fourni la preuve par l'expérience suivante : Une pièce métallique quelconque, polychromisée par son procédé, se couvre immédiatement d'une couche de cuivre pur, du plus beau rouge, quand on la traite par l'hydrogène naissant (1). »

---

(1) Les pièces mises sous les yeux de l'Académie sont en laiton et en acier. Les pièces en métal précieux, argent, platine ou bronze, acquièrent, par la polychromisation, un éclat encore plus vif.

VITICULTURE. — *Observations faites en 1881 sur le Phylloxera et sur les moyens de défense en usage.* Lettre de M. **Boiteau** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« A la fin de cette campagne, je vais avoir l'honneur de vous transmettre les observations que j'ai pu faire sur la biologie du Phylloxera, et vous donner quelques indications sur les moyens employés pour le combattre.

» Les études biologiques n'ont pas fait un pas sensible pendant la période estivale de l'année 1881. En 1880, il nous avait été difficile de suivre la marche des sexués, à la suite des pluies à peu près continuelles de la saison. Cette année, ce n'est pas la pluie, mais bien la sécheresse, qui nous a mis dans la même situation. Si l'humidité excessive gêne la sortie des ailés, les détruit lorsqu'ils sont hors de terre, empêche les migrations et la fécondation des sexués, il en est bien autrement de la sécheresse persistante, non pas pour les ailés et les sexués, mais bien pour la première forme des métamorphoses, c'est-à-dire pour la production de la nymphe. Pour se développer et se montrer en grand nombre, les nymphes ont besoin de radicelles jeunes, tendres et très succulentes. Si la sécheresse est trop longue, le sol alimente incomplètement le végétal, et le système radicellaire ne se développe pas. Avec des radicelles languissantes, on ne constate que peu de nymphes au début, et si cet état persiste, on n'en découvre plus du tout quelque temps après.

» Au commencement de juillet de l'année courante, le sol était encore relativement humide et les radicelles assez nombreuses. A ce moment, j'ai pu constater sur mon champ d'expériences une quantité considérable d'insectes en voie de transformation. Des radicelles en rameau, longues de $0^{m},10$ ou $0^{m},15$, en portaient des centaines. La raison me paraissait être des plus favorables à l'observation, et je commençais à espérer que, dans le courant de cette campagne, je serais assez heureux pour finir de lever le voile qui couvre encore une partie des mœurs de la génération sexuée. Mes expériences ont été complètement déçues par suite de la sécheresse persistante qui n'a cessé de régner jusqu'à l'automne. Les nymphes entrevues se sont seules développées, et il m'a été impossible de trouver un seul insecte ailé sur le système foliacé de la vigne. Comme conséquence, je n'ai pu découvrir ni insectes sexués ni œufs fécondés. J'ai vainement cherché ces derniers sous les écorces, où je n'ai trouvé ni ailés ni sexués.

» Cette année peut être considérée comme nulle au point de vue de la régénération de l'espèce par l'œuf fécondé. S'ensuivra-t-il que les insectes des générations agames vont diminuer en grand nombre l'année prochaine, et offrir un ralentissement dans la marche du fléau? C'est ce que le temps nous apprendra, et il sera intéressant d'étudier ces générations dans le courant de l'été prochain. Je dois avouer que je ne compte guère sur cette dégénérescence, et je crois que la multiplication n'en recevra aucun contre-coup.

» J'ai commencé, cette année, une série d'expériences destinées à me donner, dans l'avenir, la durée de la génération agame, à partir de l'insecte issu de l'œuf d'hiver. Ces observations demanderont un nombre d'années qu'il est difficile de déterminer quant à présent, et elles nous permettront de savoir si les générations agames peuvent se suffire à elles-mêmes pendant un temps illimité.

» Les faits d'observation que je viens de relater ci-dessus nous expliquent à quelles causes il faut attribuer la difficulté qu'il y a à trouver des sexués et des œufs d'hiver dans les contrées qui sont extrêmement chaudes ou extrêmement humides. Ce sont les vignobles situés dans les régions chaudes et humides à la fois qui doivent donner le plus de ces formes sexuées.

» Les traitements au sulfure de carbone et au sulfocarbonate de potassium ont donné, cette année comme les précédentes, tout ce qu'on peut attendre d'eux, c'est-à-dire la destruction plus ou moins complète de l'insecte. Le sulfocarbonate de potassium, par suite de la potasse et de l'eau qu'il apporte dans le sol, donne toujours de meilleurs résultats que le sulfure de carbone en nature, seulement, ce qui fait et fera longtemps reculer les propriétaires devant son emploi, c'est la dépense relativement considérable qu'il exige. Malgré cela, il faut, pour que ces deux moyens donnent des résultats avantageux pour le viticulteur, une assez grande quantité d'engrais intensifs. Sans cet appoint cultural, on remet les vignes sur pied, mais leur système radiculaire est trop restreint et trop souvent fatigué par les réinvasions de l'été, pour qu'elles puissent se comporter comme des plantes réellement saines.

» Il est donc indispensable, et c'est aujourd'hui un fait d'expérience parfaitement constaté et établi, d'aider à la production par les engrais, et surtout par les engrais chimiques purs ou mélangés aux fumiers de ferme. Les fumures azotées, à l'aide des fourrages enfouis en vert, rentrent largement dans la pratique, et elles donnent d'excellents résultats.

» Nous ne nous étendrons pas sur ce que nous avons déjà dit plusieurs fois sur les doses, les époques, l'état d'humidité ou de sécheresse du sol, en tant que cela se rapporte à l'emploi du sulfure de carbone, du moment où nous n'avons qu'à confirmer nos précédentes observations et à engager les viticulteurs à se défier des terrains froids et plastiques et des trop grandes pluies avant ou après les opérations. Dans les terrains douteux, il faut faire les applications par des temps relativement secs et rester dans la limite de 150^{kg} à l'hectare. Dans les terrains qui s'essuient bien, il faut moins de précautions, et l'on peut aller à 180^{kg} et à 200^{kg} à l'hectare. Les traitements doivent être simples, et les opérations par lignes parallèles, avec les trous alternés, nous paraissent toujours les meilleures.

» Il est bon aussi de faire remarquer qu'il est sage de ne s'occuper que des vignes en très bonne végétation et de sacrifier prudemment tout ce qui est trop avancé, pour en opérer la reconstitution, soit en plants français, soit, ce qui nous paraît préférable, en vignes résistantes destinées à être greffées.

» A cet égard, qu'on nous permette de dire que les seuls plants qui nous paraissent offrir une grande valeur sont les *riparia*, les *solonis* et les *York-Madeira*.

» La greffe qui a le mieux réussi dans nos concours est celle que l'on désigne sous le nom de *greffe en fourche* avec un ou deux yeux au greffon. Cette greffe en fourche n'est autre chose que la greffe en fente évidée ou celle dite *à cheval*, mais renversée. Nous la recommandons spécialement, soit sur place soit racines sur tables. Pour être bien et rapidement exécutée, elle doit être faite à l'aide d'une machine construite à cet effet. Ce système de greffe a l'avantage, sur la greffe anglaise, d'offrir moins de lambeaux et d'éviter le dessèchement de ceux qui sont les plus minces, en les plaçant dans la direction de la sève ascendante, et sur la greffe en fente pleine, de ne pas présenter de bourrelet et de donner une soudure complète, toutes les surfaces étant en biseau. Par ce moyen aussi, on évite sûrement l'affranchissement du greffon, ce qui est une condition de bonne et prompte soudure.

Dans les vignes traitées par le sulfure de carbone, je ne saurais trop insister sur les bons effets et sur la nécessité presque inévitable des badigeonnages de la partie inférieure de la souche et de la base des premières racines. Si l'on veut retirer tous les bénéfices que peut donner l'emploi du sulfure de carbone et des engrais, il est indispensable de faire disparaître, dans la mesure la plus large possible, les réinvasions estivales, qui viennent,

par leur retour périodique, détruire le chevelu au fur et à mesure qu'il se forme.

» Les traitements par le sulfure de carbone ne détruisent, ainsi que je l'ai déjà communiqué plusieurs fois à l'Académie, que les insectes qui sont recouverts d'une couche de terre de $0^m,10$ ou $0^m,15$. Ceux, en grand nombre, qui sont fixés sur le collet des plantes et sur la base des racines les plus superficielles, échappent en totalité aux vapeurs insecticides. Ces insectes se multiplient au printemps et les jeunes se répandent sur tout le système radiculaire le plus superficiel. Pendant l'été, la diffusion se continue, et, aux mois de juillet et d'août, toutes les racines en sont couvertes.

» Pour éviter cette réinvasion, il suffit de badigeonner la base de la souche, depuis le point qui se trouve à $0^m,10$ environ au-dessus de la surface du sol jusqu'à $0^m,15$ ou $0^m,20$ de profondeur. Pour cela, il faut la déchausser, en formant une cuvette à son pourtour. Dans les vignes travaillées à la charrue, on profite, pour faire l'opération, de la première façon de labour et de l'enlèvement du cavaillon. Si le cavaillon n'a pas asssez de hauteur, on peut creuser le pourtour de la souche à l'aide de la pioche. Cette opération doit se faire avant l'éclosion des œufs de la première génération de l'année, qui a ordinairement lieu vers le commencement de mai.

» Cette préparation du sol peut atteindre un double but, car on peut profiter de cette cuvette pour déposer les engrais.

» Pour opérer le badigeonnage, on peut se servir du sulfocarbonate de potassium, soit pur, soit étendu d'eau, ou de la préparation que j'ai indiquée dans mes Communications à l'Académie, et qui se compose d'un mélange d'huile lourde de goudron de gaz et de chaux éteinte étendu de huit ou dix fois son volume d'eau.

» Par ces traitements combinés, on obtient d'excellents résultats, et souvent une partie de l'été se passe sans que l'on constate d'insectes sur les racines. »

M. A. Vigié, M. de Meyer adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

Un Anonyme adresse un Mémoire sur une « Théorie vibratoire de l'électricité », avec l'épigraphe *Labora*.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. E. Delaurier adresse un Mémoire relatif aux perfection nements de la machine telluro-électrique.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Michelsen adresse une Note relative à un traitement de la diphtérie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. Dumas donne lecture de la Lettre suivante, par laquelle M. Williamson, secrétaire de la Société Royale de Londres, lui annonce que la médaille Copley a été décernée à M. Wurtz.

« 1er décembre 1881.

» Cher M. Dumas,

» A la réunion générale de la Société Royale qui a eu lieu hier, j'ai eu le plaisir de recevoir de la main du Président la médaille Copley qui a été décernée à l'illustre président de l'Académie des Sciences, M. Wurtz, pour ses nombreux et importants travaux chimiques, et surtout pour sa découverte des ammoniaques composées et des glycols.

» Je vous serais fort obligé si vous vouliez bien faire part de cette nouvelle à l'Académie, qui ne manquera pas d'apprécier ce témoignage de la haute estime que nous avons pour les savants et la Science française. La médaille sera transmise à M. Wurtz par l'intermédiaire obligeante de l'ambassade française. »

» Votre très dévoué

A. Williamson. »

M. le Ministre de l'Instruction publique adresse un exemplaire des Procès-verbaux de la Conférence internationale du passage de Vénus.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un volume publié par M. *Ch. Henry*, portant pour titre « *Joachim Gomès de Souza;* Mélanges de Calcul intégral, ouvrage posthume, augmenté d'un Mémoire sur le son, et d'un avant-propos » ;

2° Une brochure de M. *N. P. Parissis*, intitulée « De l'île d'Hydra (Grèce) au point de vue médical, et particulièrement du tzanaki, maladie spéciale à l'enfance, et des maladies des plongeurs » ;

3° Un volume de M. *C. Flammarion*, portant pour titre « les Étoiles et les curiosités du Ciel ».

M. **Cruls** informe l'Académie que l'Observatoire imperial de Rio de Janeiro se met à la disposition des Commissions qui seront chargées d'observer le prochain passage de Vénus, pour leur faciliter l'accomplissement de leur mission scientifique.

(Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

M. **Ch. Grad**, député de l'Alsace au Reichstag, exprime le désir d'être informé de la part que compte prendre la France à l'établissement d'observations météorologiques dans les contrées polaires, conformément au programme d'observations internationales, arrêté à Berne et à Saint-Pétersbourg.

(Renvoi à la Section de Géographie et de Navigation.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des taches et facules solaires, faites à l'Observatoire du Collège romain pendant le troisième trimestre de* 1881. Note de M. **Tacchini**.

« Le nombre des jours d'observation a été de 80, savoir 30 en juillet, 30 en août et 20 en septembre.

	1881.		
	Juillet.	Août.	Septembre.
Fréquence relative des taches.........	26,90	16,60	16,85
Fréquence des jours sans taches.......	0,00	0,06	0,00
Grandeur relative des taches.........	55,16	45,10	55,80
Grandeur relative des facules.........	83,00	60,60	161,84

» Les observations des mois d'août et de septembre confirment donc ce que j'ai annoncé dans ma Note précédente ([1]), savoir qu'un *maximum* exceptionnel des taches solaires aurait lieu pendant le mois de juillet.

» En comparant les valeurs moyennes par trimestre, on voit que l'activité solaire continue à augmenter, avec des périodes spéciales de plus grande fréquence des taches, qui dans le troisième trimestre tombent entre les 25 juin et 10 juillet, 24 juillet et 8 août, 13 août et 1er septembre, 12 et 23 septembre; ces intervalles diffèrent peu d'une demi-rotation solaire, comme dans les mois précédents.

» Les facules présentent un maximum bien marqué en septembre.

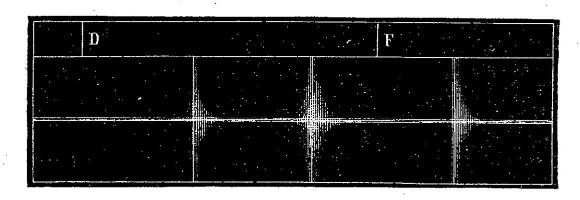
» Dans une prochaine Note, j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie

([1]) *Comptes rendus*, août 1881, page 382 de ce Volume.

les résultats des observations spectroscopiques solaires, effectuées pendant les deuxième et troisième trimestres 1881. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de la comète Encke.* Note de M. **Tacchini.**

« Nous avons observé cette comète pour la dernière fois le matin du 12 novembre; l'astre était faible, à cause de la lumière crépusculaire. Le matin du 5, la comète était presque visible à l'œil nu, ronde et avec le noyau suffisamment brillant. Le 8, j'ai été dans des conditions favorables pour en observer le spectre, que j'ai trouvé composé des trois bandes correspondant à celles du carbone, comme dans les comètes *b* et *c* 1881. La bande centrale était la plus vive et la plus large; les autres étaient bien plus faibles, comme l'indique à peu près la figure ci-jointe.



» J'ai pu, en outre, ainsi que mon adjoint le professeur Millosevich, distinguer le spectre, très faible, mais continu, du noyau; il formait comme une ligne uniforme et normale aux trois bandes du spectre de la masse entière de la comète, comme l'indique la figure. Les bandes du spectre étaient estompées du côté du violet; la plus faible était du côté du rouge; la dégradation vers le bleu était moins sensible dans la bande centrale, à cause du renflement qu'elle présentait des deux côtés. La coïncidence si parfaite de la position de ces trois bandes avec les raies des hydrocarbures, dans le spectre des comètes, et dans des conditions aussi différentes que celles qu'on a pu observer pendant l'année courante, permet d'affirmer que des corps de cette nature entrent toujours dans la composition chimique de ces astres. »

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Wendell* (*g* 1881). Note de M. **Tacchini.**

« Je crois utile de communiquer à l'Académie les observations que nous avons pu faire jusqu'à présent de la nouvelle comète *g* 1881. Après avoir

reçu la circulaire Dun Echt n° 40, j'ai trouvé la comète avec quelque peine, le 26 novembre. Elle était très faible et assez difficile à observer dans notre lunette de 9 pouces, comme dans les nuits du 27 et 29. Voici les positions obtenues, d'après les réductions faites soigneusement par mon adjoint le Professeur Millosevich.

Observations de la comète g 1881 (Wendell), faites à l'Observatoire royal du Collège romain.

	Temps moyen de Rome.	α' — α.	δ' — δ.	Æ app. ✱.	δ' ✱ app.	Étoiles de comparais.
	h m s	h m s	′ ″	h m s	° ′ ″	
26 nov.	10.34.43	−1.59,82	+ 2.30,8	0. 2.20,84 (9,7830)	62.19.40,2 (0,2767)	a
27 nov.	12. 3. 6	+0.13,15	−27. 1,5	0.18.33,30 (9,9163)	60.44.37,2 (9,4286)	b
29 nov.	14.33.33	−0.39.66	− 4.56,5	0. 8.59,42 (9,9107)	57.35.46,1 (0,6762)	c

Étoiles de comparaison.	Éq. moy. 1881,0.	Réd. au jour.
a = α Cassiopée (539 Str.)	$0^h 26^m 14^s,72$	$+ 5^s,94$
	62° 16′ 28″,95	+40″,5
b = 12 Cassiopée (*B.A.C.* et Respighi)	$0^h 18^m 14^s,43$	$+ 5^s,72$
	61° 10′ 57″,4	+41″,3
c = Lal 200	$0^h 9^m 33^s,89$	$+ 5^s,19$
	57° 40′ 0″,9	+41″,7

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Rectification et addition à une Note précédente, concernant la courbe des taches solaires.* Extrait d'une Lettre de M. **Duponchel** à M. Bertrand.

« Je désire rectifier une faute commise par mon copiste, dans ma Note sur la concordance de la courbe des taches solaires avec les actions résultant du mouvement excentrique des grosses planètes. Le maximum porté en trop, dans la courbe des taches solaires, n'est pas à la date de 1757,5, mais bien de 1717, 5. L'erreur de l'observateur s'explique par l'effervescence anormale de cette période de 1715 à 1727, caractérisée par le changement de signe de l'action des planètes Uranus et Neptune, dont nous allons précisément revoir l'analogue de 1881 à 1895.

» Voudriez-vous bien aussi ajouter, à l'extrait de ma Note, qui a été imprimée aux *Comptes rendus*, la conclusion suivante, contenant une prévision astronomique que l'observation directe devra infirmer ou confirmer à très bref délai :

» Tout le monde, M. Faye en particulier, s'accorde à prévoir que le prochain maximum des taches solaires aura lieu en 1882. Je crois pouvoir

» annoncer qu'il ne se produira pas avant 1890, 1888 peut-être, mais bien
» plus probablement 1892. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les courbes définies par les équations différentielles.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Bouquet.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie en 1880, j'ai étudié les propriétés d'une équation différentielle de la forme

$$\frac{dx}{X} = \frac{dy}{Y}, \tag{1}$$

où X et Y sont des polynômes entiers en x et y. Considérant x et y comme les coordonnées d'un point dans un plan, je projetais gnomoniquement ce point sur une sphère, et j'étudiais la forme géométrique des *caractéristiques*, c'est-à-dire des courbes sphériques définies par l'équation (1).

» J'ai reconnu que par un point non singulier de la sphère passe une seule caractéristique, et que les points singuliers se répartissent *en général* en trois catégories : les *nœuds* par où passent une infinité de caractéristiques, les *cols* par où passent deux caractéristiques, et les *foyers* par où ne passe aucune caractéristique, mais autour desquels une infinité de caractéristiques tournent comme des spirales en s'en rapprochant indéfiniment. J'ai démontré de plus que le nombre des nœuds et des foyers surpasse de deux unités celui des cols.

» Je vais envisager aujourd'hui un cas plus général; j'étudierai l'équation

$$F\left(x, y, \frac{dy}{dx}\right) = 0, \tag{2}$$

où F est un polynôme entier. Je poserai

$$x = \varphi_1(\xi, \eta, \zeta), \quad y = \varphi_2(\xi, \eta, \zeta), \quad \frac{dy}{dx} = \varphi_3(\xi, \eta, \zeta),$$

où φ_1 φ_2, φ_3 sont des fonctions rationnelles en ξ, η, ζ; on en tirera

$$\Phi(\xi, \eta, \zeta) = 0. \tag{3}$$

Si ξ, η, ζ sont les coordonnées d'un point dans l'espace, l'équation (3) représente une surface, et l'équation (2) définit certaines *caractéristiques* ou courbes tracées sur cette surface. Par un point non singulier de la sur-

face passera une seule caractéristique, et les points singuliers seront, comme plus haut, des nœuds, des foyers et des cols.

» On aura pu choisir les fonctions rationnelles φ_1, φ_2 et φ_3 de telle sorte que la surface (3) n'ait pas de branches infinies. Cette surface se compose alors d'un certain nombre de nappes fermées.

» Soit S une de ces nappes, p son genre, c'est-à-dire le nombre de cycles séparés que l'on peut tracer sur cette nappe sans la séparer en deux régions différentes (ainsi une sphère, et en général une surface convexe sera de genre 0, un tore sera de genre 1, une surface primitivement convexe dans laquelle on aurait percé p trous sera de genre p).

» Soient N, F et C les nombres des nœuds, des foyers et des cols qui seront situés sur S, on aura la relation

$$N + F - C = 2 - 2p.$$

Les autres résultats, énoncés dans la Note citée plus haut, sont également susceptibles d'être étendus au cas qui nous occupe. »

ÉLECTRICITÉ. — *Distribution de l'énergie par l'électricité.* Note de M. **Marcel Deprez.**

« Il n'est pas toujours commode de disposer en dérivation tous les appareils que l'on veut mettre en circuit sur un générateur d'électricité; certains d'entre eux, par leur nature même, se placent plus avantageusement en série. J'ai montré dans la précédente Communication (28 novembre) comment on peut arriver à disposer la machine génératrice pour faire le service dans la première disposition; je vais montrer comment on peut l'obtenir.

» On sait que, dans ce cas, il s'agit de maintenir constante l'intensité du courant qui passe dans le circuit unique sur lequel se trouvent tous les appareils.

» *Distribution en série.* — Considérons une machine dynamo-électrique dont l'excitation soit obtenue par un circuit dérivé du circuit général.

» Soient I_a le courant total qui se développe dans l'anneau induit, I_b la portion dérivée de ce courant qui traverse le circuit inducteur, I_x la portion qui parcourt le circuit extérieur; a la résistance de l'anneau, b celle des bobines inductrices; enfin, soit E la force électromotrice totale et e la différence du potentiel aux points où le conducteur dérivé se sépare du circuit général.

» L'intensité I_x est celle qu'il faudra rendre constante; nous allons d'abord la déterminer. On a, d'une part,

$$I_a = I_b + I_x,$$

d'autre part,

$$I_x = \frac{e}{x}, \quad I_b = \frac{e}{b},$$

d'où

$$I_a = \frac{e}{x} + \frac{e}{b}.$$

Mais le courant total I_a est aussi égal à la force électromotrice totale divisée par la résistance totale, ce qui donne

$$I_a = \frac{E}{a + \frac{1}{\frac{1}{b} + \frac{1}{x}}};$$

en égalant, on a

$$\frac{e}{x} + \frac{e}{b} = \frac{E}{a + \frac{1}{\frac{1}{b} + \frac{1}{x}}},$$

ou, en réduisant,

$$e = \frac{Ebx}{(a+b)x + ab},$$

d'où l'on tire

$$\frac{Eb}{e} = \frac{(a+b)x + ab}{x}$$

ou

$$\frac{E}{\frac{e}{b}} = \frac{(a+b)x + ab}{x};$$

or

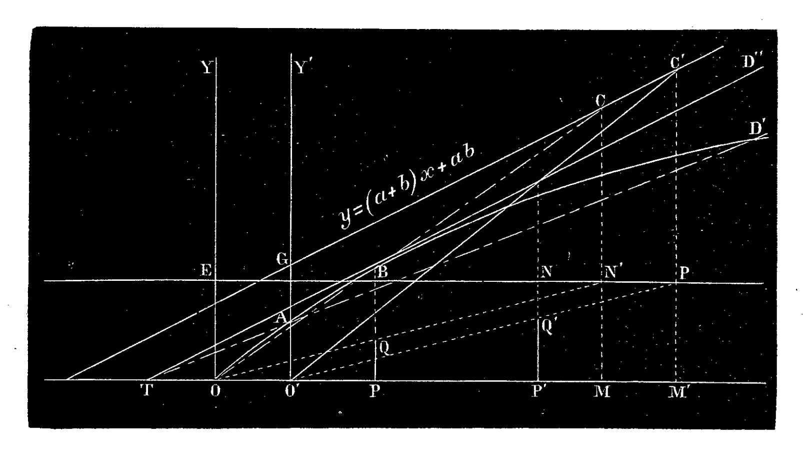
$$\frac{e}{b} = I_b,$$

donc

$$\frac{E}{I_b} = \frac{(a+b)x + ab}{x}.$$

Soit alors OABD la caractéristique, construisons la ligne $y = (a+b)x + ab$, prenons $OM = x$, élevons l'ordonnée en M jusqu'à la rencontre en C avec

cette ligne. D'autre part, prenons $OE = b$, menons EF parallèle à l'axe des X et menons ON. La ligne OC rencontre la caractéristique en B; me-



nons BP: cette ordonnée rencontre la ligne ON en Q; la ligne PQ représente I_x. On a, en effet,

$$\frac{BP}{OP} = \frac{CM}{OM} = \frac{y}{x} = \frac{(a+b)x + ab}{o} = \frac{E}{Ib};$$

on a d'ailleurs

$$\frac{PQ}{OP} = \frac{MN}{OM},$$

ou

$$\frac{PQ}{Ib} = \frac{b}{x}:$$

donc on a

$$PQ = Ib \times \frac{b}{x} = \frac{e}{b} \times \frac{b}{x} = \frac{e}{x} = Ix.$$

» Connaissant la valeur de Ix, construisons dans la machine un circuit d'excitation extérieur, comme nous l'avons fait précédemment, ce qui transportera l'origine en O', et assimilons la caractéristique à une droite : elle sera alors représentée par la ligne AD'; nous la ferons tourner jusqu'à ce qu'elle devienne parallèle à la droite $y = (a+b)x + ab$ par un procédé que nous avons déjà employé; il suffira de déterminer V' tel que

$$\frac{V'}{V}\frac{\Delta E}{\Delta I} = -(a+b).$$

» La caractéristique prend alors la position TD''. Soit dans ces conditions $O'M' = x$, élevons M'C', tirons O'C'; cette ligne rencontre la caractéris-

tique nouvelle en B'; nous aurons donc

$$Ix = P'Q',$$

or, on a

$$\frac{P'Q'}{M'N'} = \frac{Ix}{b} = \frac{B'P'}{C'M'} = \frac{O'B'}{O'C'} = \frac{OA}{OG} = \text{const.};$$

donc Ix est constant.

» Résultat qui permet de résoudre le problème de la distribution en série.

» On remarquera que, $a + b$ est ce que, dans le problème précédent, nous avons appelé r: la vitesse à employer est donc la même dans les deux cas ».

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la détermination de l'ohm. Réponse aux remarques de M.* Brillouin. Note de M. G. **Lippmann**, présentée par M. Jamin.

« Dans une Note récente, M. Brillouin a admis, sans le démontrer, qu'un circuit ouvert mobile sous l'influence de la terre est le siège de phénomènes d'induction assez considérables pour nuire à l'emploi de la méthode que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie. Faute d'avoir tenté une évaluation numérique des quantités qu'il mentionne, l'auteur n'a pu se rendre compte de leur ordre de grandeur; loin d'être sensibles, ces quantités sont d'une petitesse prodigieuse.

» D'abord, l'expérience a prononcé. On se rappelle que les savants membres de l'Association britannique ont fait tourner rapidement un circuit, au centre duquel se trouve une aiguille de boussole, et qu'ils ont constaté que, tant que le circuit est ouvert, l'aiguille *ne dévie pas* [1]. Or les mouvements électriques considérés par M. Brillouin sont de même sens que les courants qui se produisent quand le circuit est fermé; ils feraient donc de même dévier l'aiguille, s'ils leur étaient comparables; mais l'aiguille est restée immobile.

» Je vais maintenant évaluer numériquement et *par excès* les quantités dont il s'agit, en faisant usage du calcul dont M. Helmholtz, en 1847, a donné le premier exemple. Soit un circuit ouvert, tournant avec une vitesse uniforme de $\frac{n}{2\pi}$ tours par seconde : le magnétisme terrestre y produit une force électromotrice d'induction égale à $A \sin nt$ au temps t, A étant une constante

---

[1] Voir *Proc. Roy. Soc.*, n° 213, p. 110; 1881.

connue. Soient m le coefficient d'induction du circuit sur lui-même, b^2 sa résistance et $\frac{1}{a^2}$ la capacité d'un condensateur intercalé entre les extrémités du fil, la capacité latérale de celui-ci étant supposée nulle. Soit enfin x la charge du condensateur au temps t. La valeur de x est déterminée, comme l'on sait, par l'équation différentielle

$$(1) \qquad m\frac{d^2x}{dt^2} + b^2\frac{dx}{dt} + a^2 x = \text{A} \sin nt.$$

En supposant la capacité latérale du fil nulle et remplacée par une capacité égale intercalée entre ses extrémités, on modifie le problème, mais on le modifie de manière à obtenir les valeurs maxima de x par excès. En effet, chaque élément superficiel du fil a une capacité dont la valeur est maxima si l'on suppose tous les corps environnants maintenus au potentiel zéro; en transportant cette capacité aux extrémités, on augmente son efficacité, car dès lors elle sera chargée par la force électromotrice due à la totalité du fil, au lieu de l'être par celle qui correspond à une fraction variable de sa longueur. En outre, et par surcroît, j'aurai soin plus loin de calculer par excès la valeur de la capacité totale $\frac{1}{a^2}$.

» Cela posé, l'intégrale générale de l'équation ([1]) peut s'écrire, en gardant la notation de M. Helmoltz,

$$(2) \qquad x = \frac{\text{A}\sin\varepsilon}{b^2 n}\sin(nt-\varepsilon) + \text{B}e^{-\frac{b^2}{m}t}\sin\left(\frac{t}{m}\sqrt{a^2m - \tfrac{1}{4}b^2} + c\right),$$

en posant

$$(3) \qquad \text{tang}\,\varepsilon = \frac{b^2 n}{a^2 - mn^2}.$$

» Le terme en B représente l'action des oscillations propres du circuit considérées par M. Brillouin. Afin de fixer les idées par un exemple numérique, appliquons le calcul précédent au cas particulier de la bobine employée par l'Association britannique, bobine de dimension moyenne, dont les constantes sont connues ([2]). On a pour cette bobine $b^2 = 4,5 \times 10^9$ et $m = 4,5 \times 10^7$. Le coefficient de t dans l'exponentielle est donc égal à -50. Faisons $t = 10$; c'est-à-dire admettons qu'en appliquant ma mé-

---

([1]) *Voir* HELMOLTZ, *Suppl.*, p. 608.

([2]) *Proc. Roy. Soc.*, n° 213, p. 140; 1881.

thode on fasse une lecture dix secondes après l'établissement de la vitesse de rotation constante; l'exponentielle devient, à ce moment, égale à e^{-500} ou à 10^{-217}. B étant d'ailleurs moindre que l'unité, il s'ensuit que la correction réclamée par M. Brillouin n'atteint pas la *deux cent dix-septième* décimale du résultat.

» Si l'on considère à son tour le terme en A, la quantité ε sous le signe sinus représente une différence de phase constante. Pour calculer ε au moyen de la formule (3), il est nécessaire de connaître a^2 ou la capacité $\frac{1}{a^2}$. Afin d'obtenir cette capacité par excès, on peut remarquer que la capacité en chaque point est d'autant plus grande que les corps environnants sont plus rapprochés; or, on peut supposer que ceux-ci viennent de toutes parts toucher la soie qui recouvre le fil de cuivre, et dont l'épaisseur est égale à $\frac{1}{10}$ de millimètre; évidemment on ne peut aller au delà, et l'on a ainsi une limite supérieure de la capacité. Le fil ayant 307^{m} de longueur et $1^{mm},37$ de diamètre, il s'ensuit que cette limite supérieure est égale, en centimètres, à

$$\frac{30700 \times \pi \times 0,137}{4\pi + 0,01} = 1,05 \times 10^5$$

en unités électrostatiques; pour convertir cette expression en unités électromagnétiques C.G.S., il faut diviser le nombre qui précède par le facteur bien connu $v^2 = 9 \times 10^{20}$: d'où $a^2 = 0,9 \times 10^{16}$. Pour déterminer n, supposons que la bobine fasse six révolutions par seconde; c'est la vitesse maxima dans les expériences de l'Association britannique. On a dès lors, en substituant dans (3),

$$\operatorname{tang}\varepsilon = \frac{2\pi \times 6 \times 4,5 \times 10^9}{0,9 \times 10^{16} - 4,5 \times 10^7 \times (2\pi \times 6)^2} = 1,86 \times 10^{-5}.$$

» Donc, si l'on voulait tenir compte du retard ε, il faudrait déplacer le contact fixe, dans le sens du mouvement, d'une quantité égale à 1,86 cent-millième du rayon.

» Mais supposons, comme je l'avais fait, que l'on néglige entièrement cette correction; une erreur ε sur la position du contact entraîne une erreur relative égale à $1 - \cos\varepsilon$ ou à $\frac{\varepsilon^2}{1.2}$ sur le résultat; on a ici

$$\frac{\varepsilon^2}{1.2} = 1,76 \times 10^{10}.$$

» L'erreur relative finale est donc moindre que 2 *dix-milliardièmes*.

» M. Brillouin dit qu'une variation brusque de la vitesse est inévitable

au moment où les extrémités du fil induit seront mises en communication avec les contacts du circuit fixe. Or, dans un grand nombre d'appareils (appareils tournants munis d'une inscription électrique, rhéotomes différentiels, etc.), on a déjà réalisé cette double condition : rotation uniforme et clôture périodique d'un circuit. Il est d'ailleurs évident que, grâce à l'inertie de la bobine tournante, augmentée à volonté par l'action d'un volant, on peut toujours rendre insensible l'influence d'un faible frottement périodique.

» M. Brillouin ajoute, en terminant, qu'il ne connaît pas un seul exemple de l'état variable d'un circuit ouvert sans capacité additionnelle aux extrémités du fil, traité avec assez de rigueur pour servir de base à une méthode de mesure précise. Il est vrai que l'on néglige les phénomènes dus à la charge électrique que peut acquérir la surface latérale des fils considérés par M. Brillouin ; mais on le fait à bon escient, et en raison de la petitesse de la capacité superficielle. Cette petitesse, qui se traduit par la présence en dénominateur de l'énorme facteur v^2 ou 9×10^{20}, n'aurait pas échappé à M. Brillouin, s'il avait tenté quelque évaluation numérique, n'eût-elle été qu'approchée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Variations de la résistance des machines électriques avec leur vitesse.* Note de M. E. Lacoine, présentée par M. Jamin.

« On sait que la résistance des machines magnéto et dynamo-électriques n'est pas constante et va croissant avec leur vitesse. Les expériences dont je vais rendre compte à l'Académie autorisent à penser que ces variations de la résistance s'expliquent par celles du contact entre le commutateur mobile et les ressorts frotteurs.

» J'ai fait usage d'un cylindre de cuivre de $0^m,05$ de diamètre, avec des rainures longitudinales qui ressemblent aux isolants d'un commutateur de Gramme ; sur ce cylindre frottent, en deux points diamétralement opposés, deux ressorts d'acier auxquels aboutissent les deux bouts d'un circuit comprenant une pile, un téléphone et un galvanomètre, pour mesurer les résistances. La résistance du circuit était :

Au repos, de	68^{ohms}
A la vitesse de 2000 tours, de	183
A celle de 4000 tours, de	900
A environ 5000 tours, de	1567
A une vitesse très grande, non mesurée, de	2900

» Le son rendu par le téléphone était d'autant plus fort et plus aigu que la vitesse était plus grande.

» Dans cette première série d'expériences, chaque ressort touchait le cylindre sur un espace de trois rainures; en les faisant toucher sur une étendue plus grande (huit rainures), on obtint des variations moins sensibles.

» Pour chaque vitesse, la résistance diminue quand on augmente la pression des ressorts. On peut même arriver à une pression assez forte pour supprimer tout effet microphonique et faire cesser tout bruit dans le téléphone.

» J'ai ensuite modifié l'appareil et substitué au cylindre strié un cylindre de même diamètre, mais à surface lisse. J'ai obtenu les mêmes effets avec une vitesse très peu plus grande.

» Au lieu de faire toucher les ressorts sur la partie cylindrique, je les fais appuyer sur la partie plane latérale; les mêmes résultats ont été observés.

» Les mesures que j'ai prises me donnent à croire que, pour une même pression des ressorts, l'augmentation de résistance est proportionnelle au cube de la vitesse; mais il faudrait reprendre ces expériences avec des moyens qui me manquent à Constantinople, pour être assuré d'une vitesse constante et pour la mesurer exactement.

» Je terminerai en disant qu'avec le téléphone on entend un bruit plus intense quand l'intensité du courant est moindre; d'où je conclus que le son rendu par un téléphone mis dans le circuit d'une machine Gramme n'est pas dû seulement aux variations ondulatoires du courant, mais aussi à l'effet microphonique du commutateur. »

OPTIQUE. — *Détermination du pouvoir éclairant des radiations simples.* Note de MM. **A. Crova** et **Lagarde**, présentée par M. Berthelot.

« L'un des problèmes les plus délicats de la photométrie est la mesure du pouvoir éclairant des lumières de teintes différentes. L'un de nous a déjà indiqué ([1]) comment cette question pourrait être résolue, par l'emploi d'un spectrophotomètre; cette solution suppose connus les coefficients d'éclairement des diverses radiations simples qui composent la lumière à comparer.

([1]) *Comptes rendus,* t. XCIII, p. 512; 1881.

» Si la détermination de l'énergie radiante d'une vibration, de longueur d'onde déterminée, peut être exprimée exactement en unités calorifiques ou mécaniques, celle de son pouvoir éclairant comporte toutes les incertitudes inhérentes à la mesure de sensations physiologiques variables avec chaque œil. Il n'existe aucune relation connue entre ces deux quantités; nous avons donc commencé par chercher quels sont, pour un œil déterminé, les pouvoirs éclairants des diverses radiations simples du spectre normal de deux sources de lumière : le Soleil et l'étalon Carcel.

» Le travail le plus connu sur ce sujet est celui de Fraunhofer ([1]) sur le Soleil; les résultats qu'il a obtenus sont peu concordants. Voici, en résumé, la méthode que nous avons suivie.

» Le pouvoir éclairant d'une lumière simple peut être considéré comme la propriété qu'a cette dernière de faire distinguer, sur un écran blanc qu'elle illumine, les petits détails (traits, caractères); on pourra les mesurer approximativement, comme l'ont fait plusieurs physiciens, en affaiblissant cette lumière jusqu'à ce qu'on ne puisse plus distinguer les caractères, et prenant le rapport de l'intensité primitive à cette intensité limite. La valeur absolue de ces nombres variera avec la finesse des caractères, mais leur rapport sera sensiblement constant, et ne dépendra que de la longueur d'onde de la lumière considérée.

» La lumière à étudier (Soleil ou étalon Carcel) est reçue normalement sur la fente d'un spectrophotomètre, recouverte d'une lame de verre sur laquelle est photographiée une division à traits très fins et très rapprochés; la direction de ces traits coupe normalement la fente. On voit alors un spectre pur, sillonné d'un nombre considérable de stries longitudinales très fines; si l'on amène la fente oculaire de la lunette sur une région du spectre, on isole les radiations simples comprises entre deux limites très rapprochées et connues, et, par une rotation convenable du nicol, on affaiblit leur intensité jusqu'à ce que les stries cessent d'être perceptibles. Le phénomène de la disparition des stries est plus délicat que l'on ne serait d'abord porté à le croire : par l'habitude, on arrivera à être sûr du degré ou de la fraction de degré, selon la région du spectre.

» 1° Nous avons tracé la courbe des longueurs d'onde, en fonction des divisions du micromètre, et calculé son équation par la méthode des moindres carrés. La dérivée de cette équation donne, pour chaque longueur d'onde, le facteur par lequel il faut multiplier les intensités du spectre prismatique pour les ramener à celles du spectre normal.

([1]) *Gilbert's Annalen*, t. XXVI, p. 297; 1817.

» 2° Nous avons mesuré, pour des longueurs d'onde comprises entre 480 et 740, de 20 en 20 unités, les rotations qui font évanouir les stries.

» 3° Les variations de l'étalon Carcel sont corrigées de manière à ramener l'intensité à la valeur constante correspondant à la consommation de 42gr à l'heure; nous nous sommes servis, pour cela, de la balance automatique de M. Deleuil, qui enregistre, pendant la durée des expériences, les temps successifs nécessaires pour brûler 10gr d'huile. La lumière solaire était diffusée par un écran en bois, blanchi au carbonate de magnésie; nous avons opéré par un ciel très pur, dans le voisinage de midi.

» 4° Les courbes prismatiques ont été ramenées, comme nous l'avons dit, au spectre normal; enfin, le maximum absolu étant relevé sur la courbe, nous avons réduit les ordonnées à celles qui correspondent à un maximum égal à 100.

» Les courbes obtenues sont tangentes, à leurs deux extrémités, à l'axe des longueurs d'onde; elles s'élèvent d'abord lentement, puis très vite dans le voisinage du maximum. Pour la lampe, la courbe est à peu près symétrique de part et d'autre du maximum. Pour le Soleil, l'ascension et la descente sont plus rapides que pour la lampe; la descente vers le violet est plus rapide que l'ascension du côté du rouge.

» Voici les résultats déduits des deux séries les plus régulières, choisies parmi de nombreuses déterminations :

Longueur d'onde......		740	720	700	680	660	640	620
Pouvoirs éclairants.	Lampe.....	0,1	0,7	1,6	5,7	14,0	28,0	52,5
	Soleil......	»	»	»	0,5	1,5	4,0	10,2
Longueur d'onde......		600	580	560	540	520	500	480
Pouvoirs éclairants.	Lampe.....	94,0	72,5	37,5	23,5	13,0	6,0	1,0
	Soleil......	23,0	62,5	98,5	30,5	17,2	9,2	3,5

» Le maximum, égal à 100, correspond, pour la lampe, à la radiation 592, et pour le Soleil à 564.

» La discussion de ces résultats conduit à des conclusions qui sont d'accord avec la théorie de l'émission des radiations émises par les corps incandescents ([1]).

» Les nombres obtenus devraient subir une légère correction, due à l'absorption exercée vers le violet par la matière des prismes. Nous nous proposons de continuer ces déterminations avec des prismes n'exerçant aucune absorption appréciable sur les radiations visibles. »

([1]) *Journal de Physique*, t. VIII, p. 357.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la vitesse de refroidissement des gaz aux températures élevées.* Note de MM. **Mallard** et **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Pour compléter nos recherches sur l'inflammation des mélanges gazeux ([1]), nous avons déterminé les températures développées par la combustion. Pour cette détermination, nous avons employé le procédé Bunsen et nous avons fait détoner le mélange explosif dans un cylindre en fer, en mesurant la pression produite dans ce cylindre. Celle-ci agit sur un manomètre Bourdon, formé par un tube en laiton, à section elliptique, tordu en hélice. Une aiguille fixée à l'axe de cet appareil enregistre d'une manière continue, sur un cylindre tournant avec une vitesse constante, et recouvert d'une feuille de papier noircie, les variations de pression que subit la masse gazeuse depuis l'instant de la détonation jusqu'au complet refroidissement. Connaissant, à un moment quelconque, la pression actuelle du gaz et le volume qu'il occuperait à 0°, on peut, lorsqu'il n'y a pas de dissociation, calculer la température du gaz.

» Pour déterminer la pression développée par la combustion, nous avions à tenir compte de la perte de chaleur qui se produit pendant le temps très court qui est employé par la flamme à se propager dans le cylindre et par l'aiguille du manomètre à parvenir à son excursion maxima. Pour faire cette correction, il fallait prolonger jusqu'à un certain point la courbe qui représente la vitesse de refroidissement du gaz. Notre procédé expérimental nous fournissait donc le moyen, en même temps qu'il nous imposait l'obligation, d'étudier la loi de la vitesse de refroidissement du gaz depuis les températures de 1800° à 2000° jusqu'aux températures de 200 à 300°, au-dessous desquelles les indications de notre manomètre n'ont plus une suffisante amplitude.

» Les mesures prises sur les nombreux tracés graphiques que nous avons obtenus nous ont permis d'établir que la vitesse v de refroidissement de l'acide carbonique est exactement représentée, entre 1800° et 300°, par la formule

$$v = k\varpi_0^{-0,75}(\varepsilon^2 + 200\,\varepsilon),$$

ϖ_0 étant la pression que le gaz possède lorsqu'il est revenu à la température de l'enceinte, ε étant l'excès variable de la température du gaz sur celle-ci ;

([1]) *Comptes rendus*, t. XCI, p. 825, 1880; et t. XCIII, p. 145, 1881.

k est un coefficient indépendant de ϖ_0 et de ε qui, dans notre cylindre en fer de $0^m,17$ de hauteur sur $0^m,17$ de diamètre, est égal à 0,00003381.

» MM. Jamin et Richard ont déterminé la vitesse de refroidissement de l'acide carbonique pour des excès compris entre 120° et 10°, et l'ont représentée par la formule

$$v = k\varpi_0^{-0,46}\varepsilon^{1,20}.$$

Toutefois l'exposant de ε n'est peut-être pas très bien connu, car M. Witz, qui a expérimenté sur l'air, a constaté, tout en admettant l'exposant moyen 1,16, que cet exposant croît d'une manière continue avec la température, étant égal à 1,10 pour des excès de 10° et à 1,29 pour des excès de 40°.

» Notre formule, mise sous la forme

$$v = \mathrm{M}\left(\varepsilon + \frac{\varepsilon^2}{188}\right),$$

nous montre la raison des variations d'exposant constatées par M. Witz. Elle nous conduirait, pour des excès de 100°, à un exposant égal à 1,09. On satisfait très bien aux observations de M. Witz et aux nôtres en adoptant la formule empirique

$$v = k\varpi_0^{-0,75}(\varepsilon + 0,0156\varepsilon^2 - 0,000\,011\,\varepsilon^3),$$

qui représente ainsi exactement la vitesse de refroidissement de l'acide carbonique pour des excès compris entre 0° et 1900°.

» Les mélanges gazeux, dans lesquels se trouve, avec l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, de l'azote ou de l'oxygène, suivent des lois de refroidissement identiques à celle qui appartient à l'acide carbonique. Le coefficient k varie seul d'un mélange à un autre, encore ne s'abaisse-t-il d'une manière un peu notable qu'avec la présence de l'oxyde de carbone.

» La loi de refroidissement qu'exprime notre formule cesse absolument de s'appliquer à l'acide carbonique au-dessus de 1800° à 1900°, ce qui montre clairement que c'est à cette température que commence la dissociation. Pendant la période de la dissociation, la vitesse de diminution de la pression du gaz est très exactement représentée par la formule

$$-\frac{d\varpi}{dt} = q(\varpi - \varpi_0),$$

dans laquelle ϖ est la pression variable du gaz, et q un coefficient indépendant de ϖ.

» Lorsqu'on opère sur le mélange tonnant d'hydrogène et d'oxygène,

la vitesse avec laquelle décroît la pression dans le cylindre suit une loi complètement différente de celle qui convient à l'acide carbonique. Cette loi est représentée avec une grande fidélité, depuis la température initiale supérieure à 3000° jusqu'à la température ambiante, par la formule

$$-\frac{d\varpi}{dt} = a\varpi_0^{-0,76}(\varpi - p_0);$$

ϖ est toujours la pression variable; ϖ_0 est la pression qu'aurait la vapeur si elle conservait l'état gazeux en remplissant le cylindre à la température de l'enceinte; p_0 est la tension de la vapeur à cette température.

» Le coefficient a est relativement considérable; dans notre cylindre, il est égal à 0,378. Il en résulte une diminution de pression tellement rapide que celle-ci s'abaisse, en 27 centièmes de seconde, de 5^m de mercure à la pression atmosphérique.

» Ces faits présentent un assez grand intérêt pratique et trouveront une application naturelle dans la question de l'emploi de la vapeur dans les machines. Ils montrent, en outre, très nettement que, depuis la température de 3000° jusqu'à celle de 0°, la condensation de la vapeur sur les parois du cylindre commence dès le premier instant, et se continue, en suivant une loi toujours identique.

» Nous n'avons pas pu constater de période de dissociation dans la vapeur d'eau; mais peut-être l'extrême rapidité du refroidissement nous l'a-t-elle dissimulée.

Les mélanges formés par la vapeur et par un autre gaz non condensable suivent des lois de refroidissement à peu près identiques à celle qui caractérise l'acide carbonique, pourvu toutefois que la proportion du gaz étranger mêlé à 1^{vol} de vapeur soit suffisamment grande pour empêcher la condensation de la vapeur sur les parois. Cette proportion nécessaire est de 2^{vol} environ pour l'oxygène, de 3^{vol} pour l'hydrogène.

» La connaissance des lois suivant lesquelles les gaz se refroidissent dans notre cylindre nous a permis de déterminer, avec une suffisante précision, non seulement les températures de combustion, mais encore, ce qui est peut-être plus important, les valeurs des chaleurs spécifiques des principaux gaz aux températures élevées. Nous aurons l'honneur de faire connaître avec détail à l'Académie, dans une prochaine séance, les résultats que nous avons obtenus sur ce point. Nous pouvons dire dès maintenant que nous avons constaté que la chaleur spécifique de l'acide carbonique croît

d'une manière continue avec la température et possède, à 1800°, une valeur presque double de sa valeur à 0°. »

CHIMIE. — *Combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène sous l'influence des effluves électriques.* Note de MM. **Dehérain** et **Maquenne**, présentée par M. Berthelot.

« Dans une Note présentée à l'Académie dans la dernière séance, nous avons indiqué les résultats que nous avons obtenus en soumettant à l'influence des effluves la vapeur d'eau à faible tension.

» Nous avons insisté sur ce point, que les réactions provoquées par les effluves varient suivant les conditions. Ces différences s'accusent encore davantage, quand on soumet aux influences électriques un mélange détonant d'hydrogène et d'oxygène. Depuis l'étincelle qui provoque toujours la détonation, jusqu'à l'effluve proprement dite qui, d'après les recherches de M. Berthelot, traverse le mélange gazeux sans déterminer sa combinaison (¹), il semble qu'il existe toute une série de manifestations électriques, passant de l'une à l'autre par gradation continue.

» *Expérience I.* — Tube à double enveloppe de verre, de M. Berthelot, avec gaz tonnant saturé d'humidité. Étincelle, $0^{m},010$. L'une des branches latérales du tube, recourbé à angle droit, plonge dans un bain de mercure; l'autre a été scellée à la lampe. La pression diminue régulièrement dans le tube, de $0^{mm},8$ à la minute, pendant une heure; puis, une explosion se produit et le tube se brise.

» *Expériences II et III.* — Tube de M. Thenard, avec gaz tonnant saturé. Étincelle $0^{m},010$. Après vingt heures d'effluves, on recueille les gaz restants : il a disparu $1^{cc},2$ d'oxygène et $2^{cc},4$ d'hydrogène. On essaye de répéter l'expérience dans le même tube : la détonation survient après vingt heures environ.

» *Expérience IV.* — Tube à cloche et armature extérieure en platine, de M. Berthelot. Gaz tonnant saturé du voltamètre à acide phosphorique, même tension. Le volume du gaz diminue peu à peu; après une heure, il a disparu $2^{cc},6$ d'oxygène et $4^{cc},4$ d'hydrogène; un peu d'oxygène a été pris par le mercure de la cuve.

» *Expérience V.* — Tube à effluves, de M. Berthelot. On introduit à la partie inférieure du tube une ampoule en verre mince, contenant de l'oxygène pur et une petite quantité d'acide phosphorique anhydre; le reste de l'appareil est rempli d'hydrogène sec; on ferme à la lampe et on brise l'ampoule. L'acide phosphorique reste pulvérulent pendant une heure : les gaz sont donc parfaitement desséchés. On soumet alors aux effluves, dans la chambre obscure, de façon à suivre les modifications successives de la décharge électrique. Au début de l'expérience, le tube est illuminé par une lueur continue, sans apparence de

(¹) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 377.

pluie de feu ni d'étincelles; après cinq minutes, on commence à apercevoir quelques points plus brillants, qui présentent bientôt l'aspect de la pluie de feu; après une heure, la pluie de feu est elle-même remplacée par de petites étincelles, semblables à celles qu'on observe d'ordinaire dans l'air humide effluvé. L'acide phosphorique est alors complètement liquéfié: on casse la pointe du tube sous le mercure, qui remplit le tiers environ de la capacité totale.

» *Expérience VI.* — Même disposition que précédemment; l'acide phosphorique a été remplacé par un fragment de chaux vive. Les effluves présentent la même suite de transformations qui viennent d'être décrites: une explosion brise le tube après dix minutes d'expérience.

» *Expérience VII.* — Tube à ozone, de M. Berthelot, avec gaz tonnant sec. Les deux branches latérales, recourbées, plongent dans des godets à mercure. L'effluve est produite par la petite bobine Gaiffe, donnant $0^m,004$ d'étincelle; on n'aperçoit aucune lueur dans l'obscurité. Le mercure s'élève dans les tubes, d'abord de $0^{mm},2$ à la minute, puis plus rapidement; après neuf heures d'effluves, l'ascension est d'environ $0^m,001$ à la minute: le mercure est alors soulevé de $0^m,261$. Au-dessus du niveau extérieur, on aperçoit une lueur légère, sans trace d'étincelles; les tubes sont recouverts de rosée. On remplace alors les liquides conducteurs par de l'eau à 50°, et on refroidit avec de l'éther une des branches latérales qui servaient de manomètre; on arrive ainsi à condenser, sur la surface du mercure, une couche d'eau de $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de millimètre d'épaisseur sur les bords.

» *Conclusions.* — En résumé, il nous semble établi, par ces expériences, que l'état d'humidité des surfaces entre lesquelles se produit l'effluve est capable de modifier profondément la nature de la décharge, tant dans son aspect extérieur, que dans l'action qu'elle peut produire sur les gaz qu'elle influence.

» Dans des appareils secs, les effluves n'ont jamais déterminé la détonation immédiate du mélange gazeux, mais bien leur combinaison lente; dans des appareils humides, au contraire, il nous est arrivé souvent de voir les tubes éclater dès le début de l'expérience; dans ces conditions, l'effluve proprement dite se trouve remplacée par de véritables étincelles. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le titrage de l'œnoline et de l'œnotannin dans les vins.* Note de M. F. **Jean**. (Extrait.)

« La matière colorante des vins rouges présente avec les tannins certaines analogies, qui m'ont conduit à rechercher s'il serait possible d'appliquer, au dosage de cette matière, le procédé de titrage du tannin que j'ai communiqué, en 1876, à l'Académie.

» .... N'ayant pu, jusqu'à présent, me procurer de l'œnoline identique, quant à ses propriétés chimiques, à la matière colorante du vin, j'ai re-

noncé à titrer directement la solution d'iode avec l'œnoline, et j'ai eu recours au procédé suivant :

« Le titre d'une solution d'iode ayant été établi avec du tannin pur, d'après la méthode que j'ai indiquée dans la Note *Sur un nouveau procédé de titrage du tannin*, communiquée à l'Académie en 1876, et dans un Mémoire sur le dosage du tannin et la composition des matières astringentes, inséré dans la *Revue des Industries chimiques et agricoles* (¹), j'ai déterminé le volume de solution d'iode absorbé par 10^{cc} d'un vin de Bourgogne et j'ai calculé, d'après le volume de solution d'iode employée, que le vin s'était comporté, à l'égard de cette solution titrée, comme s'il renfermait par litre $1^{gr},027$ de tannin. Ayant déterminé, d'autre part, que le vin servant à l'expérience contenait $0^{gr},175$ d'œnotannin, je retranche cette quantité de la première et je trouve ainsi que le vin agit sur la solution d'iode titrée comme le ferait $0^{gr},852$ de tannin pur.

» Ces données connues, j'introduis dans un tube à essai 10^{cc} d'une solution alcoolique d'œnoline, contenant $0^{gr},01$ d'œnoline pure, et dans un second tube, identique au premier, 10^{cc} du vin à titrer, puis, en ajoutant dans la solution d'œnoline de l'alcool saturé de bitartrate de potasse, j'amène le liquide des deux tubes au même degré colorimétrique. Comme, aux 10^{cc} de solution d'œnoline, il a fallu ajouter 9^{cc} d'alcool pour obtenir la même teinte que celle du vin type, je sais que 19^{cc} de vin renferment 0,01 d'œnoline, qu'un litre en contient $0^{gr},5263$, correspondant à $0^{gr},852$ de tannin, et que 100 de tannin correspondent à 61,7 d'œnoline.

» Le titre de la solution d'iode ainsi établi, il devient facile de titrer l'œnoline et l'œnotannin dans les vins en opérant de la manière suivante :

» Dans un gobelet de verre portant un trait de jauge au volume de 50^{cc}, on introduit 10^{cc} du vin à analyser, on additionne le vin de 3^{cc} à 4^{cc} d'une solution de bicarbonate de soude saturée, puis, à l'aide d'une burette graduée, on verse goutte à goutte la solution d'iode titrée jusqu'à ce qu'une goutte de ce mélange, étant portée avec une baguette de verre à la surface d'une feuille de papier à filtrer, enduite d'une légère couche d'amidon en poudre, y laisse une tache grisâtre entourée d'une zone bleue. Arrivé à ce point, on ajoute de l'eau distillée dans le verre jusqu'au trait de jauge et l'on continue de verser la solution d'iode, jusqu'à ce qu'une goutte du mélange produise à nouveau la zone bleue sur le papier amidonné et indique la fin de l'opération. Après avoir fait la correction du volume de solution d'iode employée pour le titrage, c'est-à-dire retranché le volume de cette solution qu'il faut verser dans 50^{cc} d'eau distillée, additionnée de bicarbonate de soude, pour obtenir une réaction colorée sur le papier amidonné, on calcule la quantité de tannin qui correspond au volume de solution d'iode titrée, absorbé par 10^{cc} du vin soumis à l'essai, c'est-à-dire par l'œnoline et l'œnotannin contenus dans le vin.

» Cette détermination effectuée, il reste à titrer l'œnotannin, pour pouvoir calculer la teneur en œnoline; à cet effet, on introduit 100^{cc} du vin à analyser dans une allonge à robinet, on ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique, puis 100^{cc} d'éther. Après agitation et repos, lorsque les deux liquides sont nettement séparés, on fait écouler le vin et l'on

(¹) Numéros 1 à 10, année 1878.

recueille l'éther qui a dissous l'œnotannin, en ayant le soin de ne pas entraîner la couche intermédiaire qui retient un peu de vin mêlé à l'éther. Le vin est traité deux fois encore par son volume d'éther pour enlever les dernières traces d'œnotannin, puis, après avoir distillé l'éther, on dissout le résidu de la distillation dans l'eau et l'on en fait 100^{cc}.

» 10^{cc} de cette solution sont alors titrés avec la solution d'iode, en suivant une marche analogue à celle qui a été décrite pour le titrage du vin, et du volume de solution d'iode absorbé on calcule la teneur d'un litre de vin en œnotannin, le tannin pur pouvant, sans entraîner une erreur sensible, être pris comme type.

» Retranchant alors de la quantité totale de tannin indiquée par le titrage du vin la quantité afférente à l'œnotannin, il devient facile de calculer la teneur en œnoline, puisque l'on sait que 100 de tannin correspondent à 61,7 d'œnoline.

» Cette méthode, appliquée à l'analyse de quelques échantillons de vins, m'a donné les résultats suivants [1],

Vins.	OEnotannin.	OEnoline.
Bordeaux 1870 (domaine de l'Ile-Verte)..	0,243	0,667
Bourgogne 1879....................	0,175	0,526
Bourgogne vieux, très dépouillé........	0,149	0,425
Vin de coupage......................	0,175	0,712
Vin du Médoc......................	0,244	0,624
Bordeaux 1880......................	0,154	0,801
Bordeaux	0,202	0,677
Libourne..........................	0,202	0,717

» L'œnoline et l'œnotannin sont bien les seuls principes qui agissent sur la solution d'iode; car, alors que 10^{cc} de vin rouge absorbent $12...9^{cc}$ de solution d'iode, 10^{cc} de vin blanc de Grave, contenant 0,81 d'œnotannin et 0,016 de matière colorante jaune, n'en ont absorbé que $1^{cc},1$. Dans le vin blanc de Pouilly, j'ai trouvé par litre $0^{gr},041$ d'œnotannin et 0,061 d'œnoline jaune.

» Je dois toutefois faire remarquer que certaines matières colorantes, telles que le bois de campêche, le brésil, la cochenille, qui peuvent être employés frauduleusement pour rehausser la couleur des vins, agissent dans une certaine mesure sur la solution d'ode. Il sera donc toujours prudent, dans l'essai des vins suspects, de contrôler le résultat du titrage par un essai colorimétrique, fait comparativement avec une solution d'œnoline contenant la quantité d'œnoline indiquée par le titrage. Une différence, en plus ou en moins, dans la valeur de la teinte, attirerait l'attention de l'es-

[1] Comme ces analyses ont porté sur des échantillons dont l'authenticité est au moins douteuse, sauf pour le bordeaux de l'Ile-Verte et le bourgogne vieux, ces chiffres n'ont qu'une valeur relative; je laisse aux analystes œnologues le soin de les vérifier, en opérant sur des vins de provenance sûre.

sayeur sur la nécessité de rechercher dans le vin les matières colorantes étrangères.

J'ai reconnu, du reste, que la présence de ces matières colorantes pouvait être facilement décelée par le procédé suivant :

» 10^{cc} du vin suspect sont introduits dans un tube à essai ; on ajoute environ $0^{gr},1$ de tannin, on agite et l'on étend de 4 volumes d'eau. Si le vin contient du campêche, du brésil, de la cochenille, ou un mélange de ces pigments colorés, on remarquera une dégradation sensible dans la teinte du vin et la production d'une nuance jaune qui sera rendue plus sensible par la comparaison avec un vin normal ; car, dans les mêmes conditions, le vin pur présente une teinte groseille très franche. Les essais de ce procédé ont été faits avec des vins additionnés de 20 pour 100 de solution colorée ayant un pouvoir colorimétrique égal à celui du vin.

» La matière astringente que l'on retrouve dans les vins, et qui est désignée sous le nom d'*œnotannin*, est caractérisée par la coloration verte qu'elle prend en présence du perchlorure de fer ; elle a beaucoup d'analogie avec l'acide gallique, en ce sens surtout qu'elle ne précipite pas la gélatine. J'ai reconnu un acide astringent semblable dans un grand nombre de matières tannifères ; il reste en solution quand on agite la décoction astringente avec de la peau en poudre.

» L'œnotannin que l'on rencontre dans les vins provient des pépins et surtout des rafles ; j'ai en effet titré, dans les pépins de raisin blanc séchés à 100°, 3,51 pour 100 d'acides astringents et 8,62 pour 100 de ces mêmes acides dans les rafles desséchées. L'extrait aqueux des pépins et des rafles de raisin précipite en noir verdâtre par le perchlorure de fer, et cependant l'œnotannin que l'on retrouve dans les vins ne donne jamais de précipité, mais une coloration verte : c'est que ces matières renferment un acide astringent analogue à l'acide tannique, qui se combine pendant la fermentation du moût avec les matières albuminoïdes et se précipite, tandis que l'œnotannin, analogue à l'acide gallique, reste en dissolution dans le vin.

» En tenant compte de cette observation, on peut facilement déceler le tannin ajouté dans un vin ; il suffit, en effet, d'agiter le vin avec de l'éther et de reprendre l'éther par l'eau additionnée de perchlorure de fer, pour voir apparaître la coloration verte caractéristique, si le vin est normal ; une coloration autre ou un précipité indiqueraient la présence d'une matière astringente étrangère au vin. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations météorologiques effectuées pendant un voyage aérien, le* 20 *octobre* 1881, par MM. **Duté-Poitevin** et **Ch. du Hauvel.** Note présentée par M. Janssen.

« La Société française de Navigation aérienne avait chargé MM. Duté-Poitevin et Ch. du Hauvel de diverses observations en ballon, parmi lesquelles figurait l'étude de la formation des nuages, en tenant compte de la tension de la vapeur d'eau dans des couches d'air voisines, mais de température différente; et aussi l'étude de la mise en liberté de la chaleur latente de vaporisation, au moment de la formation des gouttelettes d'eau.

» Le ballon, qui mesurait 650^{mc} et qui fut gonflé à l'usine de la Villette par du gaz d'éclairage, ne pouvait emporter que 65^{kg} de lest, poids insuffisant pour exécuter le voyage en cas de pluie. Le départ eut lieu, sous la direction de M. Hureau de Villeneuve, par un vent d'Est et $0^{mm},751$ de pression barométrique, après une baisse de $0^{mm},26$ en trois jours. Le voyage s'effectuant dans la direction d'un centre important de dépression, situé en Irlande, l'aérostat devait rapidement atteindre des points pour lesquels l'indication du baromètre à terre ne serait que de $0^{mm},750$ et aller au delà, c'est-à-dire trouver des régions dans lesquelles il se formerait des nuages et gagner celles où la pluie ferait son apparition.

» Les deux aéronautes emportaient divers instruments, parmi lesquels figuraient, pour la première fois, des baromètres enregistreurs, l'un imaginé par M. Tatin et construit par M. Guichard, l'autre dû à MM. Richard frères. Ces enregistreurs, qui furent scellés au moment du départ par M. Gaston Tissandier, président actuel de la Société, ont parfaitement fonctionné : les diagrammes qu'ils ont fournis sont très lisibles, d'accord entre eux et conformes au tracé résultant des quarante et une observations barométriques qui furent relevées pendant le trajet, jusqu'à 1400^{m} d'altitude.

» La tension de la vapeur d'eau fut observée, à défaut d'un bon psychromètre, au moyen de l'hygromètre de MM. Richard; le thermomètre métallique de M. Jobert donna les variations de la température, que divers thermomètres à mercure ou à alcool n'indiquèrent pas, ou ne montrèrent qu'avec un retard très notable.

» Des feuilles de questionnaires furent lancées à terre après avoir été roulées en cornet; plusieurs d'entre elles, renvoyées à Paris et portant l'indication de la température et de la direction du vent, ont permis de

constater que, dans la durée du trajet compris entre Rouen et le point d'atterrissage, les vents du sol étaient plus chauds que le courant principal élevé de 500^m. Ce courant emportait le ballon avec une vitesse de 21^m par seconde; les vents de terre affectaient les directions E., N.-N.-E. et S., tandis que celle du courant principal était E.-S.-E.

» Ce fut dans cette partie du trajet que les premiers nuages firent leur apparition. D'abord très légers avant Yvetot et placés un peu au-dessous du ballon, ils s'accentuèrent bientôt sur les côtés et en avant de l'aérostat. Les vents inférieurs avaient, d'après les feuilles-questionnaires, une température de $+6°$, ou $+9°$, et ils étaient voisins de la saturation; au contact du courant d'air placé au-dessus, dont la couche basse indiquait $+3°$, il se produisait un mélange dont la tension en vapeur d'eau tendait à dépasser la saturation, et des nuages se formaient aux dépens de l'air inférieur, attendu que la direction suivie par ces nuages était oblique à la route du ballon.

» Le courant principal E.-S.-E. à $+3°$ devait, en effet, s'échauffer au contact des vents de terre ($+6°$ et $+9°$), et se saturer, tandis que ces derniers se refroidissaient et donnaient naissance aux nuages.

» Ces observations vérifient les prévisions suivantes : 1° Les nuages se constituent dans la zone du mélange de deux couches d'air saturées d'humidité; 2° ces nuages naissent dans la couche chaude, tandis qu'ils se dissolvent dans la couche froide qui participe au mélange; 3° leur direction est celle que suit la zone d'air dont la température est la plus élevée; 4° les vents observés à la surface du sol, qui ne sont que des effets de réaction du vent principal, peuvent mesurer plusieurs centaines de mètres de hauteur et avoir un sens différent dans des localités voisines, pendant que le courant supérieur affecte une grande régularité de direction et d'intensité.

» Partis à $11^h 35^m$ du matin, les aéronautes atterrirent à Ourville (Seine-Inférieure), en vue de la mer, à $2^h 10^m$. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'observation du réflexe palpébral dans l'anesthésie chloroformique.* Note de M. **P. Berger**, présentée par M. Gosselin.

« Les nombreuses et importantes recherches qui ont été entreprises, dans ces derniers temps, sur les anesthésiques paraissent avoir été inspirées par le souvenir de cas mortels, pour la plupart anciens, auxquels a donné lieu l'inhalation du chloroforme et par la crainte de voir des accidents

semblables se reproduire dans l'anesthésie chirurgicale. Ces cas ont toujours été fort rares, et ils sont devenus absolument exceptionnels, lorsque le chloroforme est méthodiquement administré. On ne les observe plus, en effet, que dans des conditions pathologiques déterminées, qui constituent, à leur égard, une prédisposition véritable.

» La sécurité très grande avec laquelle on manie l'agent anesthésique tient d'abord au principe de ne faire agir le chloroforme qu'à petites doses successives, en séparant les inhalations par des intermissions régulières jusqu'à ce que le sujet soit arrivé à la période de tolérance. Elle est également due à la connaissance des effets physiologiques du chloroforme, effets dont la constatation nous permet d'établir avec certitude que le malade est arrivé à cette période de tolérance, c'est-à-dire au sommeil chloroformique profond, avec anesthésie et résolution musculaire complète, ou qu'il en sort pour revenir à la période de réveil.

» Parmi ces effets, celui qui donne la mesure la plus étroite de l'anesthésie parfaite, de ce que M. Paul Bert a nommé la *zone maniable* de l'agent anesthésique, c'est le phénomène de l'abolition et du retour du réflexe palpébral.

» L'attouchement très léger, avec la pulpe du doigt, de la conjonctive bulbaire et de la cornée, sur un sujet éveillé, donne lieu à un phénomène réflexe de contraction de l'orbiculaire des paupières, se traduisant par l'occlusion de la fente palpébrale.

» Lorsque l'anesthésie est complète, ce réflexe palpébral est supprimé; les attouchements de la cornée ou de la conjonctive oculaire ne donnent plus lieu à aucun clignement des paupières. Cet acte réflexe est le dernier de ceux de la vie de relation qui disparaisse; le seul qui persiste après son abolition est la dilatation de la pupille sous l'influence des excitations du grand sympathique abdominal. D'autre part, son abolition, marquant le début de la période de tolérance, est encore assez éloignée de la période des accidents toxiques produits par la surcharge chloroformique.

» Le retour de la contraction de l'orbiculaire, se manifestant d'abord à la paupière inférieure sous forme de contractions fibrillaires, puis bientôt de contractions totales de ce muscle, lorsqu'on vient à toucher légèrement avec le doigt la cornée ou la conjonctive, est le premier phénomène qui, après la suppression du chloroforme, indique le retour vers la période de réveil.

» On peut donc régler l'emploi du chloroforme et obtenir une anesthésie complète, prolongée aussi longtemps qu'il est nécessaire, en sup-

primant les inhalations dès que le réflexe palpébral est aboli, c'est-à-dire dès que l'attouchement léger de la cornée ou de la conjonctive avec le doigt ne fait plus naître de contraction des paupières, et en reprenant les inhalations avec précaution dès que ce contact détermine de nouveau les contractions de l'orbiculaire, notamment à la paupière inférieure.

» La constatation de ce phénomène n'exclut nullement l'observation minutieuse des autres caractères de la période de tolérance : contraction de la pupille, relâchement général des muscles, spécialement de ceux de la mâchoire; régularité du pouls, et surtout la surveillance attentive du rythme de la respiration.

» Les différences individuelles notables, suivant les âges, suivant les états pathologiques, et même suivant les sujets, que la clinique démontre exister non seulement dans la quantité absolue du chloroforme employé ou dans la proportion de son mélange avec l'air, qnantité et proportion nécessaires pour obtenir l'anesthésie, mais dans l'écart qui sépare cette dose anesthésique de la dose toxique, semblent prouver que ce n'est pas par le dosage préalable de l'agent anesthésique que l'on arrivera à régler menter l'usage du chloroforme et à en éviter les dangers, mais par l'observation attentive de ses effets physiologiques, parmi lesquels la conservation ou l'abolition du réflexe palpébral paraît avoir une valeur particulière. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'action convulsivante de la morphine chez les Mammifères.* Note de MM. **Grasset** et **Amblard**, présentée par M. Vulpian.

« Nous administrons à des chiens (laissés en liberté) des doses faibles de chlorhydrate de morphine ($0^{gr},01$ à $0^{gr},15$). Quand l'animal dort depuis un temps qui varie d'une demi-heure à une heure et demie, on voit survenir spontanément des contractions partielles dans une patte; ces contractions se renouvellent à des intervalles variables. Puis de vraies secousses convulsives agitent tout le corps ou au moins le train postérieur. Après un nouveau temps de repos, ces phénomènes se reproduisent, s'accentuent et se rapprochent.

» Après cette phase de contractions partielles ou de convulsions légères, séparées par d'assez longs repos, survient la période des vraies convulsions. Alors, de dix à seize fois par minute, très régulièrement, à chaque inspiration, le train postérieur présente une série de mouvements convulsifs, qui se généralisent quelquefois au train antérieur et à la tête. Ces convulsions

cloniques se produisent tout à fait spontanément. Quelquefois, une excitation extérieure les provoque; mais ce n'est pas nécessaire, et, en tout cas, elles continuent alors que le calme est redevenu complet autour de l'animal. Le sommeil continue parfois aussi profond pendant cette phase convulsive; dans d'autres cas, il est plus léger qu'auparavant.

» Cette période convulsive dure fort longtemps, plus d'une heure, interrompue quelquefois par des moments de repos. Suivant les animaux et les doses, on observe des différences; mais les grandes lignes de ce tableau n'ont jamais manqué.

» Quelquefois (pour de très faibles doses et chez certains animaux) il y a aussi, au début du sommeil, une courte phase convulsive; mais elle est inconstante et peu marquée. La phase convulsive tardive est, au contraire, absolument constante et très remarquable par sa durée et son intensité.

» Ces convulsions n'ont pas encore été décrites, croyons-nous, sauf après de très hautes doses (se comptant par grammes); ce qui leur donnait une signification toute différente. La phase d'excitation cérébrale décrite par Cl. Bernard, au début et à la fin du sommeil morphinique, constitue aussi un phénomène d'un tout autre ordre.

» De nos expériences, il résulterait donc que :

» 1° La morphine n'est pas diamétralement opposée à la thébaïne (comme on le répète depuis 1864), puisqu'elle a, à un certain degré, la propriété caractéristique de ce dernier alcaloïde ([1]);

» 2° Les effets excitomoteurs de l'opium ne doivent pas être exclusivement attribués aux alcaloïdes dits convulsivants, mais aussi (et peut-être plus) aux alcaloïdes dits soporifiques ([2]);

» 3° L'action de la morphine sur les mammifères n'est pas opposée à l'action de la morphine sur la grenouille, comme on le dit classiquement;

» 4° Toutes les recherches sur l'antagonisme des divers médicaments avec la morphine doivent être reprises, en étudiant séparément les sub-

---

([1]) Ce résultat paraît intéressant à rapprocher des recherches de M. Grimaux qui a dérivé de la morphine des alcaloïdes que M. Bochefontaine a reconnus être : l'un convulsivant (codéthylines : éther éthylique); l'autre soporifique (codéine artificielle : éther méthylique de la morphine considérée comme phénol).

([2]) En tenant compte de la composition ordinaire des opiums, $0^{gr},05$ de morphine représentent tout au plus $0^{gr},001$ de thébaïne. Or, nos expériences démontrent que $0^{gr},05$ de morphine sont beaucoup plus convulsivants (chez le chien) que $0^{gr},001$ de thébaïne. La dose correspondante d'opium est donc plus excitomotrice par la morphine que par la thébaïne, ce qui n'est pas conforme à l'opinion générale.

stances qui combattent les effets soporifiques et celles qui combattent les effets excito-moteurs de cet alcaloïde. »

ZOOLOGIE. — *Recherches pour servir à l'histoire de la génération chez les Insectes.* Note de M. **Jobert**, présentée par M. Robin.

« L'*Adoxus vitis*, *Bromius vitis*, *Eumolpe*, connu vulgairement sous le nom d'*Ecrivain*, a causé cette année des ravages considérables; après le Phylloxera, je ne pense pas que la vigne ait un ennemi plus dangereux. J'ai depuis longtemps entrepris l'étude des mœurs de cet animal, espérant en tirer des indications utiles pour sa destruction. Dès 1874, j'ai pu me procurer cet insecte en quantités considérables. Au premier abord, on est porté à croire à des différences de sexe très marquées. Les uns sont petits, plus brunâtres, d'autres au contraire d'une taille plus considérable, de couleur plus claire, mais la dissection ne me montra jamais que des insectes femelles.

» Un peu au-dessus du point de jonction de l'ovaire à l'oviducte, vient s'ouvrir dans ce canal le conduit d'un organe chitineux, en forme de croissant lunaire, muni de muscles compresseurs et analogue à celui qui existe chez les Chrysoméliens et décrit par Stein sous le nom de *Samen Kapsel* ou vésicule copulatrice, organe dans lequel doit s'emmagasiner le sperme après la copulation. Cet organe chez l'*Adoxus* est muni d'un appareil glandulaire très développé, formé d'une large glande en tube non ramifié. Il n'existe pas de cul-de-sac ou poche copulatrice. Au-dessous du point où le canal de la poche copulatrice vient s'ouvrir dans l'oviducte, à la hauteur de l'extrémité supérieure des pièces qui constituent l'armure génitale, dont je donnerai plus tard une description, viennent pénétrer dans le vagin les conduits de deux longues glandes tubulaires non ramifiées qui, après avoir pénétré dans le canal, s'enroulent sur eux-mêmes, constituant ainsi deux petits organes réniformes de près de $0^{mm},5$ de longueur; ils sont tout à fait semblables, comme disposition, à ces épididymes décrits autrefois par Léon Dufour chez certains insectes et provenant de l'enroulement des canaux déférents des testicules. Après s'être ainsi pelotonnés, les conduits des glandes viennent s'ouvrir tout près de l'ouverture vulvaire, tantôt isolément, tantôt se réunissant. J'aurais pu penser, et la chose a été dite du reste, que les mâles étaient morts après ou avant la sortie des femelles, ou bien même qu'ils ne ressemblaient point aux femelles.

» Mais, en ce cas, entre l'époque de la capture et celle de la ponte,

comme j'avais vu s'écouler jusqu'à dix-huit à vingt jours, il fallait qu'il y eût eu (comme la chose se passe et se constate si aisément chez les autres insectes) dépôt et séjour des spermatozoïdes dans la vésicule copulatrice.

» Or *jamais* je n'ai constaté la présence de spermatozoïdes dans cet organe.

» L'Écrivain, en Bourgogne, se montre au printemps, souvent même avant l'apparition des jeunes feuilles. Les insectes ne sont pas nombreux à cette époque; ils disparaissent bientôt. Les vignerons prétendent qu'ils vont chercher asile dans les plantations de luzerne. Je n'en crois rien : j'ai pu me procurer de ces animaux, et pas un n'a vécu, malgré tous mes soins.

» Ils étaient tous victimes de larves qui avaient dévoré tous les organes intérieurs; je reviendrai sur ce point. D'après des observations faites par M. de Vergnette-Lamotte, il est probable que les insectes apparaissant au printemps ont hiverné.

» C'est surtout vers juin qu'a lieu l'invasion des vignobles. Je fis alors les expériences suivantes, et je les ai poursuivies durant ces trois dernières années.

» Étant donnés cent insectes, cinquante furent disséqués, reconnus pour des femelles, ne possédant pas de spermatozoïdes dans les poches copulatrices; 50 furent isolés, placés dans des cages, bien nourris et surtout bien abreuvés. Ceux qui mouraient étaient examinés et le résultat fut toujours le même. Après des temps variables, ils pondirent des œufs oblongs, jaunes d'or, en nombre variable de 25 à 30. Sur deux qui avaient pondu, un était sacrifié immédiatement après la ponte. Je trouvais des œufs en voie de formation, mais jamais de spermatozoïdes dans la poche. Je pus, en procédant ainsi, avoir jusqu'à 2 et 3 pontes *toujours fécondes*. Les petites larves sortaient de l'œuf après dix, douze et même quatorze jours, suivant l'état de la température.

» De ces recherches, je pourrais donc conclure que ces animaux 1° n'ont point été accouplés; 2° qu'ayant pondu des œufs féconds sans l'intervention de l'élément mâle, ils sont parthénogénétiques, comme certains Lépidoptères et autres insectes; mais il pourrait y avoir autre chose.

» Au moment des pontes, les glandes dont j'ai parlé plus haut sont très développées, et l'on trouve dans leurs conduits, et particulièrement dans ces pelotonnements en forme d'épididymes intravaginaires, des amas d'une substance réfringente qui, examinés avec un très fort grossissement, se résolvent en une prodigieuse quantité de petits bâtonnets vibrants de 1 centième de millimètre de longueur environ. La glande, placée sur une

lame de verre et dilacérée, laisse échapper son contenu liquide, visqueux, au milieu duquel s'agitent ces organites. Quelle en est la nature; y a-t-il là des phénomènes d'hermaphrodisme? La question est à l'étude, et j'espère pouvoir la résoudre et même un jour trouver les mâles ou au moins constater des accouplements.

» Quoi qu'il en soit, j'ai disséqué 3728 Écrivains, et jamais je n'ai trouvé un mâle, jamais je n'ai observé de spermatozoïdes dans la poche copulatrice. J'ai vu ces insectes isolés pondre des œufs toujours féconds : faits non signalés jusqu'alors chez les Coléoptères. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement postembryonnaire des Diptères.* Note de M. **H. Viallanes**, présentée par M. A. Milne Edwards.

« Dans une Note présentée à l'Académie dans sa séance du 28 novembre dernier, M. Künckel fait quelques observations critiques sur ma Communication du 14 novembre; il me sera facile d'y répondre.

» 1° Ma description des transformations de la peau des Muscides ne peut être assimilée à celle que donne M. Ganin. Pour ce dernier, *les cellules hypodermiques se transforment en petites cellules embryonnaires*, c'est-à-dire prennent un surcroît d'activité et prolifèrent; pour moi, ainsi que je le dis dans ma Note, *elles disparaissent par dégénérescence*, c'est-à-dire qu'elles deviennent inactives et sont résorbées. La différence entre ces deux phénomènes histologiques est trop profonde et trop bien connue pour que j'aie besoin d'insister davantage.

» 2° M. Künckel fait remarquer que je suis en désaccord avec M. Ganin sur le rôle des cellules du corps adipeux; je ne puis que maintenir mes premières conclusions.

» 3° Plus loin, le savant qui me critique me reproche de n'avoir pas indiqué qu'il avait créé le mot *histoblaste* pour traduire l'expression d'*Imaginalscheibe*; je ferai remarquer que les deux mots *histoblaste* et *Imaginalscheibe* désignant rigoureusement le même objet, j'ai cru devoir me borner à indiquer la synonymie allemande et française.

» 4° Il m'est facile de répondre à l'objection qui m'est faite relativement à la structure des histoblastes. On lit, en effet, dans la Note précitée de M. Künckel : « M. Viallanes s'exprime ainsi : « On peut lui considérer » (à l'histoblaste) deux feuillets, un *interne* et un *externe* »; puis M. Künckel ajoute : « Par une heureuse rencontre, l'auteur russe, dès 1876, désigne » les mêmes parties par les mots *exoderme* et *mésoderme.* » On peut se

convaincre, en lisant ma Note, que ce que j'appelle *feuillet externe* (ne m'occupant que des rapports anatomiques) répond au feuillet provisoire de M. Ganin, mon feuillet interne à son exoderme, et qu'enfin je ne parle pas de cette région que M. Ganin appelle *mésoderme*, et cela parce qu'à mon sens elle a une origine différente de celle que lui assigne l'anatomiste russe.

» 5° M. Künckel me reproche, à propos du développement de l'abdomen, d'avoir simplement répété les observations de M. Ganin. Mais tandis que ce naturaliste fait dériver l'hypoderme de l'adulte de celui de la larve par *transformation*, pour moi, ainsi que le montre bien ma Note, quand la peau de l'adulte apparaît, toutes les cellules hypodermiques de la larve ont depuis longtemps disparu par *dégénérescence*, et la peau de l'adulte se forme aux dépens de cellules embryonnaires provenant de la prolifération des cellules du corps adipeux et des noyaux musculaires.

» Dans un travail *in extenso*, accompagné de nombreuses planches, qui paraîtra prochainement, j'aurai l'honneur d'exposer et de discuter longuement les travaux de mes prédécesseurs. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Recherches relatives à l'action des sucs digestifs des Céphalopodes sur les matières amylacées*. Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« M. Krakeuberg, et après lui M. Frédéricq, à la suite de leurs recherches sur la digestion des Céphalopodes, ont conclu à l'existence dans le foie de ces animaux d'un ferment diastasique analogue à celui qu'on rencontre dans le pancréas des Vertébrés. Plus récemment, M. Jousset de Bellesme, dans une Note à l'Académie (t. LXXXVIII, n° 6), a annoncé qu'il n'existait, dans les sucs digestifs du Poulpe, aucun ferment capable de transformer l'amidon en sucre. Ce sont ces conclusions contradictoires, que nous avons voulu vérifier, qui nous ont conduit à faire de nouvelles recherches à ce sujet [1].

» Ces recherches ont été faites à l'aide du liquide filtré résultant de la trituration de la glande digestive avec l'eau, et, en même temps, du ferment impur produit en précipitant par l'alcool la macération aqueuse de la glande. Dans deux circonstances, se rapportant à des conditions spéciales

---

[1] Ces recherches ont été faites au laboratoire de Roscoff avec des animaux conservés vivants dans le parc ou les aquariums de cet établissement.

de digestion, il a été possible, après ligature des canaux hépatiques, de recueillir chez des Poulpes le liquide digestif lui-même et d'étudier son action.

» Une première série d'expériences, faites à une température qui n'a varié que de 16° à 22°, a porté sur de la fécule brute, préalablement débarrassée par lavage de toute trace de glucose. D'autre part, on a institué, dans les mêmes conditions de température, une autre série d'essais sur de l'amidon hydraté, préparé à 75° et ne renfermant pas de sucre.

» On a étudié l'action du ferment : 1° au microscope, qui révèle toute attaque des grains d'amidon, et cela non seulement pour l'amidon brut, mais aussi pour l'amidon hydraté, dont les grains gonflés disparaissent dans un temps très court au contact d'un ferment diastasique; 2° avec la teinture d'iode, qui ne donne plus de coloration bleue lorsque l'amidon a disparu. On a recherché le sucre à l'aide de la liqueur cupropotassique, en observant la précaution, indispensable dans tous les cas, et dans le cas du foie en particulier, de l'extraire du mélange par l'alcool à 90°, afin de le séparer d'une matière peptonique qui donne avec la liqueur cuivrique une coloration violette très intense. Cette peptone se produit sans doute pendant la trituration de la glande, par l'action du ferment peptique que contient le foie sur la substance même de celui-ci.

» Dans les cas douteux, on a eu recours à la fermentation.

» Voici un tableau représentant les résultats obtenus.

Première série d'expériences (*portant sur l'amidon brut*).

Poulpes.	Seiches.	Observations.
Glande salivaire supérieure.	» . . .	Il ne s'est produit aucune transformation.
Glande salivaire inférieure.	» . . .	
Foie : Tissu du pancréas.	» . . .	

Deuxième série d'expériences (*portant sur l'amidon hydraté*).

Poulpes.	Seiches.	Observations.
Glande salivaire supérieure.	» . . .	Pas de transformation.
Glande salivaire inférieure.	» . . .	»
Foie : Tissu du pancréas.	» . . .	Transformation très évidente.
» Contenu de l'intestin spiral filtré.	» . . .	»

» Il importe de dire, pour compléter ce tableau, que si la formation du sucre est constante avec le foie et le pancréas, la quantité d'amidon transformé varie suivant l'état des individus. L'animal est-il à jeun, l'action est lente, difficile à parfaire : la glande est alors dans une période de repos.

L'animal est-il en digestion, la transformation est rapide, presque instantanée.

» Voici, en dernier lieu, une expérience concluante. Un Poulpe qui s'était décidé à manger dans l'aquarium a été cloué sur une planche à la fin de son repas. Les deux canaux hépatiques ont été mis à nu et liés à leur entrée dans l'intestin spiral. Ces deux canaux se sont rapidement gonflés. Au bout de quatre à cinq minutes, on les a percés et on a recueilli le liquide qui s'est écoulé. Ce liquide, très limpide, incolore, a été mélangé à environ 20^{vol} d'empois d'amidon. En une ou deux minutes, la transformation s'est opérée. Ce suc digestif est d'ailleurs un mélange de sécrétion du foie et du pancréas.

» Il faut donc admettre que le foie et le pancréas des Céphalopodes produisent ou renferment un ferment qui n'a aucune action sur la fécule brute, mais qui transforme l'amidon hydraté en sucre. C'est là, comme l'on sait, le mode d'action de la salive mixte des Mammifères; aussi bien, ce ferment doit-il être comparé au ferment salivaire.

» Cette existence d'une diastase, outre qu'elle paraît singulière chez les animaux carnivores, fait songer à la question de savoir si le foie des Céphalopodes jouit de la fonction glycogénique. La salive, en effet, possède la propriété de transformer le glycogène en sucre. Glycogène et ferments peuvent-ils exister ensemble dans la même glande? On répondra que, dans le foie des Vertébrés, on trouve du glycogène et un ferment hépatique se produisant et agissant dans des conditions déterminées. Mais, si le foie des Céphalopodes renferme du glycogène, la trituration de cet organe aura pour effet de favoriser l'action du ferment sur la matière glycogénique, en sorte qu'on devra retrouver le sucre produit dans la matière. Or, d'assez grandes quantités de foie de Poulpe et de Seiche ont été triturées, puis placées dans l'alcool pour l'extraction du ferment : il n'a jamais été possible de caractériser le sucre dans la solution alcoolique évaporée puis reprise par l'eau.

» Quelque net que soit ce dernier résultat, il convient pourtant d'attendre avant d'admettre la conclusion qu'il appelle. D'autres expérimentateurs ont, en effet, trouvé du sucre dans le foie des Céphalopodes; et c'est une règle, qu'il ne faut pas perdre de vue surtout en Chimie physiologique, qu'une expérience conduisant à des résultats négatifs doit avoir été répétée un grand nombre de fois et avec beaucoup de soins, avant de pouvoir être opposée même à une seule expérience ayant donné des résultats positifs. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les gisements diamantifères de Minas-Géraës (Brésil).* Note de M. **Gorceix**, présentée par M. Des Cloizeaux.

« Les diamants se trouvent au centre de la province de Minas-Géraës, dans des terrains de nature bien différente : les uns appartiennent à des dépôts d'alluvions, datant de l'époque quaternaire; les autres, à des roches métamorphiques dont l'horizon géologique est certainement paléozoïque.

» Les premiers gisements se rencontrent dans diverses provinces du Brésil : Minas-Géraës, Matto-Grosso, Coyaz, Parana et Bahia. A Minas, ils sont exploités dans les localités de Diamantina, Grão-Mogol, Abaeté, Bagagem, Cocaés. Quelle que soit leur provenance, soit de provinces différentes, soit des diverses localités, les cascalhos diamantifères n'offrent pas de différences notables, tant dans leur composition que dans leur aspect extérieur.

» On doit à M. Damour une liste et une étude des minéraux qu'il a reconnus dans les dépôts du Cincoral, province de Bahia; elle contient, à peu de chose près, les mêmes espèces que celles qu'un examen encore incomplet m'a fait reconnaître, dans les *cascalhos* du Jequitinhonha, près Diamantina :

1. Quartz.
2. Rutile.
3. Rutile pseudomorphe de l'anatase.
4. Anatase.
5. Arkansite.
6. Fer titané.
7. Tourmaline.
8. Fibrolite.
9. Chloro-phosphates hydratés.
10. Klaprothine.
11. Psilomélane.
12. Disthène.
13. Fer oligiste ordinaire.
14. Fer oligiste octaédrique.
15. Pyrite transformée en limonite.
16. Limonite.
17. Fer magnétique.
18. Hématite.
19. Pyrite martiale.
20. Silex.
21. Jaspe.
22. Grenats.
23. Talc.
24. Mica.
25. Staurotide.
26. Sphène.
27. Or.
28. Euclase.

» Ces graviers tirent leur caractère le plus saillant de l'abondance des oxydes de titane, des tourmalines, du quartz roulé, du fer oligiste octaédrique et de la présence des chloro-phosphates. Tous présentent, comme on le sait, des traces profondes de frottement, mais ce ne sont pas les éléments les plus tendres qui sont les plus usés, mais ceux dont la densité est moindre.

» La plus grande partie des éléments minéralogiques de ces dépôts diamantifères se retrouve dans les roches métamorphiques du centre de la province de Minas-Géraës; près de Diamantina, ces roches sont traversées par des filons de quartz contenant les minerais titanés, le fer oligiste sous ses différentes formes, le fer magnétique, la klaprothine, etc.

» Les tourmalines abondent dans toute la région qui s'étend, depuis Ouro-Preto jusqu'à Calhão, en suivant la chaîne de séparation des eaux du São-Francisco, du Rio-Doce et du Jequitinhonha.

» Il était naturel de penser que le diamant devait se trouver, lui aussi, dans les mêmes roches que celles dont la destruction avait fourni au gravier qui le contient ses éléments minéralogiques.

» L'existence, certaine aujourd'hui, de deux gisements vient confirmer cette hypothèse. Ce sont eux qui constituent les dépôts dans les roches paléozoïques : le premier est situé près de la ville de Grão-Mogol, à 700^{km} environ au nord d'Ouro-Preto, capitale de la province.

» La roche diamantifère est un quartzite à grains de quartz inégaux, contenant du mica vert, soit disséminé irrégulièrement dans la masse, soit formant des couches qui déterminent des plans de clivage.

» On y rencontre des nodules de quartz hyalin, et même des cristaux parfaits de cette substance à arêtes et faces très nettes. Certains fragments de la roche ont le même aspect, le même *facies* que les quartzites à fuchsite des environs d'Ouro-Preto, qui appartiennent aux roches métamorphiques aurifères du centre de la province de Minas-Géraës.

» La présence, dans l'un des fragments, d'un galet de quartz fondu en partie dans la masse n'est pas suffisante pour faire rejeter cette assimilation, car M. Dorville-Derby signale des couches de conglomérats intercalées, près de Sabara, dans des roches métamorphiques que, jusqu'à présent, je crois pouvoir placer au même niveau que le quartzite à fuchsite.

» Dans deux des fragments, les diamants sont visibles à l'œil nu ; ils ne portent l'indice d'aucun frottement, et, si les éléments principaux de la roche métamorphique proviennent de la destruction des terrains plus anciens, il me semble qu'ils puissent, comme le mica, le quartz cristallin qui les accompagnent, s'être formés en même temps que ces minéraux.

» Le deuxième gisement est situé à São-João da Chapada, à 30^{km} à l'ouest de la ville de Diamantina. Le diamant y est exploité, depuis 1833, dans des couches d'argile provenant de la décomposition de schistes intercalés dans des quartzites grenus à mica vert fortement altérés. Ces roches ap-

partiennent encore au même horizon géologique que celles des gisements de topazes de Boa-Vista.

» Leur direction, comme celle des quartzites, est N.-N.-E.; leur inclinaison de 50° vers l'Est. Les couches diamantifères se groupent autour de trois types, comme l'ont déjà indiqué divers auteurs, parmi lesquels je citerai le géologue Dorville-Derby, pour lequel elles représentent aussi le gisement primitif du diamant. L'une des couches, noir bleuâtre, est formée d'argile imprégnée de fer oligiste en petits fragments, avec rutile et anatase; la seconde, de lithomarge, avec cristaux entiers de quartz ayant le même aspect que celle de topaze : la troisième, la plus importante, dont l'épaisseur dépasse $1^{m}, 50$, est composée d'une série de lits d'argile bariolée. Les plans de stratification, parallèles à ceux des quartzites, sont encore très visibles ; les feuillets sont contournés, plissés comme ceux des schistes intacts que l'on trouve quelques mètres plus loin. Des fragments de schistes, encore à peu près intacts, existent au milieu de l'argile. Ces couches d'argile sont traversées par de petites veines de quartz grenu ou en cristaux bipyramidés, fer oligiste, rutile, ne présentant aucune trace de frottement. Le fer oligiste octaédrique se rencontre en certains points en abondance extrême, imprégnant la roche; en d'autres, il est remplacé par l'oligiste ordinaire. L'aspect des graviers, résidu de lavage de ces argiles, est entièrement différent de celui des dépôts d'alluvions, bien que formé des mêmes éléments. Les diamants eux-mêmes de cette région se distinguent facilement de ceux des dépôts roulés par leurs faces rugueuses, leurs arêtes vives et leur teinte superficielle bleu verdâtre. Les uns comme les autres sont bien en place.

» Rose cite un diamant placé au milieu d'un bloc de lithomarge de cette localité; un autre aurait été trouvé implanté sur une plaque de fer oligiste. J'en possède un enchâssé dans un cristal d'anatase. Le gisement de São-João est comparable à celui des topazes de Boa-Vista. Tous les deux sont placés dans les mêmes roches métamorphiques, au même horizon géologique, et caractérisés par un grand nombre de substances minérales de même nature. Des actions métamorphiques identiques, ou au moins analogues, ont dû se produire dans ces localités.

» La vapeur d'eau et surtout des émanations où le chlore, le fluor et le bore jouaient un rôle prépondérant ont été les agents principaux de ce métamorphisme, qui a si profondément modifié les roches de la région métallifère du centre de la province de Minas-Géraës. »

M. Virlet d'Aoust adresse, à propos des expériences de MM. *Müntz et Aubin*, une Note relative aux opinions qu'il a exprimées lui-même sur la composition de l'air en montagnes, avec deux Brochures à l'appui.

M. de Lesseps, en présentant à l'Académie les publications du général *Turr*, concernant le projet de percement de l'isthme de Corinthe, s'exprime comme il suit :

« En 1862, M. Grimaud de Caux, dans les séances du 2 avril, du 26 juillet et du 1er septembre, fit la lecture de trois Notes intéressantes sur le projet d'un canal maritime à travers l'isthme de Corinthe.

» Le général Turr, aide de camp du roi d'Italie, ayant obtenu du Gouvernement grec la concession du canal de Corinthe, m'a chargé de présenter à l'Académie les plans qu'il a fait dresser et qui permettent, dès à présent, de procéder à l'exécution des travaux.

» J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie un exemplaire du discours prononcé à ce sujet par le général Turr au Congrès universel de Géographie, qui a eu lieu à Venise en septembre dernier, et de l'Atlas qui a été offert par lui à l'Exposition du Congrès. Les ingénieurs envoyés sur les lieux par le général Turr ont adopté le tracé de Néron sur une longueur de 6342^{m} d'une mer à l'autre. Ils ont fait extraire des fragments de roches des vingt-six puits creusés par ordre de Néron, et dont le plus important a 15^{m} de diamètre.

» Ces fragments ont été soumis à un examen. Ils appartiennent à la formation tertiaire pliocène. Les pétrifications trouvées dans les roches se composent de cinq espèces diverses, savoir :

» 1° Conglomérats;

» 2° Grès;

» 3° Calcaire;

» 4° Sables;

» 5° Falunières.

» Ce qui constitue un terrain relativement facile et d'une tenue suffisante en talus. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 5 DÉCEMBRE 1881.

Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Conférence internationale du Passage de Vénus. Procès-verbaux. Paris, Impr. nationale, 1881; in-4°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'inventions ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce, t. XCIX. Paris, Impr. nationale, 1881; in-4°.

Œuvres complètes d'Augustin Cauchy, publiées sous la direction scientifique de l'Académie des Sciences. Première série, t. I. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-4°.

Œuvres complètes de NIELS-HENRIK ABEL. Nouvelle édition, publiée aux frais de l'État norvégien, par MM. L. SYLOW et S. LIE; t. I, contenant les Mémoires publiés par Abel. Christiania, impr. Grondahl et Son, 1881; in-4° relié. (Présenté par M. Broch.)

Les étoiles et les curiosités du ciel; par CAMILLE FLAMMARION. (Supplément de *l'Astronomie populaire*). Paris, C. Marpon et E. Flammarion, 1882; gr. in-8° illustré.

Joaquin Gomes de Souza. Mélanges de Calcul intégral. Ouvrage posthume, augmenté d'un Mémoire de l'auteur sur le *Son* et d'un Avant-propos, par M. CH. HENRY. Leipzig, impr. Brockhaus, 1882; in-4°.

Guide hygiénique et médical des voyageurs dans l'Afrique intertropicale; par le Dr A. NICOLAS, le Dr H. LACAZE et M. SIGNOL. Paris, impr. Martinet, 1881; br. in-8°. (Présenté par M. de Lesseps.)

De l'île d'Hydra (Grèce) au point de vue médical et particulièrement du tzanaki, maladie spéciale de l'enfance et des plongeurs; par les Drs N.-P. PARISSIS et J. A. TETZIS. Paris, impr. Moquet, 1882; in-8°. (Deux exemplaires.)

Académie des Sciences et Belles-Lettres d'Angers. Statuts. Angers, Lachèse et Dolbeau, 1881; br. in-8°.

Ministère de l'Intérieur. Commission de la Carte géologique de la Belgique. Notice explicative du levé géologique de la Planchette de Renaix, par M. le

Capitaine E. Delvaux; de *Casterlé, de Lille et d'Herentals, par* le baron O. Van Ertborn. Bruxelles, F. Hayez, 1881; 4 br. in-8° et 4 cartes en une feuille.

Canal de Corinthe. Carte cartonnée, et note manuscrite. Discours prononcé par le général E. Turr *dans la séance générale du Congrès géographique de Venise sur le percement de l'isthme de Corinthe,* 1881; br. in-8°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Memorias da Academia real das Sciencias de Lisboa. Classe de Sciencias mathematicas, physicas e naturaes; nova serie, t. VI, Parte I. Lisboa, 1881; in-4°.

Atti dell'Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal Segretario; anno XXXIV, sessione IIa del 16 gennaio 1881 e sessione IIIa del 20 febbraio 1881. Roma, 1881; in-4°.

In memoriam Dominici Chelini. Collectanea mathematica nunc primum edita, cura et studio L. Cremona et E. Beltrami. Sumptibus Ulrici Hoepli, Bibliopolæ Mediolani, 1881; in-8°.

Atti della Societa Toscana di Scienze naturali residente in Pisa. Memorie, vol. V, fasc. 1. Pisa, tipogr. Nistri, 1881; in-8°.

Propiedades elementales relativas à la divisibilidad de los numeros enteros; por el comandante capitan de infanteria H. Ricardo Vazquez Illa. Valladolid, 1881; in-8°. (Deux exemplaires.)

ERRATA.

(Séance du 21 novembre 1881.)

Page 818, ligne 23, *au lieu de* Le carbonate de baryte sépare complètement le Ga^2O^3 *lisez* Le carbonate de baryte sépare presque complètement le Ga^2O^3.

Page 818, ligne 28, *au lieu de* On précipite aisément et complètement l'oxyde de gallium *lisez* On précipite aisément et presque complètement l'oxyde de gallium.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 DÉCEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. DAUBRÉE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Favé présente à l'Académie le deuxième envoi des manuscrits scientifiques de *Michel Chasles*, offerts par M. *Henri Chasles*. Cet envoi comprend les manuscrits dont voici l'index :

27. Sur les figures homographiques, sur les figures semblables, sur les figures égales.
28. Sur les figures homographiques sur le plan et dans l'espace.
29. Sur les figures corrélatives.
30. Sur les figures homologiques.
31. Rapport anharmonique et applications. Division homographique et involution.
32. Notes prises dans différentes Bibliothèques et relatives à l'histoire de l'Arithmétique et de l'Astronomie
33. Documents relatifs à l'Astronomie et particulièrement sur Aboul-Wéfa.
34. Traductions relatives à l'Astronomie hindoue.
35. Extraits de l'Almageste de Ptolémée.
36. Remarques astronomiques, extraites de différentes chroniques.
37. Sur la théorie de la Lune.
38. Notes pour l'histoire de l'Astronomie indienne.
39. Documents relatifs à l'Astronomie, particulièrement aux Tables karismiennes.
40. Notes relatives à l'Astronomie, prises dans des Ouvrages anciens, particulièrement des Ouvrages arabes.
41. Constructions des racines des équations du troisième ou du quatrième degré.

42. Nombre des points d'intersection de deux courbes.
43. Théorèmes déduits de ceux de Stewart.
44. Construction géométrique des amplitudes dans les fonctions elliptiques. Propriétés nouvelles des sections coniques.
45. Sur les ovales de Descartes.
46. Recherches diverses sur les fonctions elliptiques et sur les arcs de courbes.
47. Applications de la théorie des caustiques, exposée par M. Quételet.
48-61. 13 liasses comprenant de nombreuses applications du principe de correspondance.

GÉOGRAPHIE. — *Levés et itinéraires exécutés en Tunisie,* présentés par M. F. **Perrier.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie :

» 1° Un levé topographique, à l'échelle de $\frac{1}{40000}$, des environs de Tunis et de Carthage, gravure sur pierre en quatre couleurs;

» 2° Un levé des environs de Bizerte, à la même échelle, gravé aussi sur pierre en quatre couleurs;

» 3° Un levé itinéraire s'étendant sur une longueur de 300^{km}, entre Bizerte, Utique, Carthage, Tunis et la frontière algérienne, reproduit sur pierre en trois couleurs, à l'échelle de $\frac{1}{100000}$;

» 4° Enfin deux feuilles spécimens de la nouvelle Carte de Tunisie à $\frac{1}{100000}$, gravée sur zinc en trois couleurs et représentant la portion la plus importante du théâtre des opérations du printemps dernier contre les Khroumirs.

» Tous ces levés ou itinéraires ont été exécutés sous ma direction, pendant les années 1878, 1879 et 1881.

1° *Environs de Tunis et de Carthage.* — Dans les premiers mois de l'année 1878, pendant que j'étais occupé, avec la gracieuse autorisation de S. A. le bey de Tunis, à faire la station astronomique de Carthage, qui doit devenir bientôt la station terminale de notre arc de parallèle algérien, je fus frappé de l'intérêt que pouvait offrir aux militaires et aux archéologues un levé régulier des environs de Carthage et de Tunis, et je résolus de le faire exécuter.

» Les coordonnées géographiques de départ nous étaient données par la station même de Carthage (longitude rapportée au méridien de Paris, latitude et azimut du Phare de Bou-Saïd); la base, ou longueur du côté initial, était tout indiquée : les géodésiens italiens avaient, en effet, prolongé leurs triangles depuis la Sicile, par-dessus les îles Maritimo et Pan-

tellaria, jusqu'en Tunisie, et avaient déjà mesuré, en 1875, en Tunisie même, un triangle dont les sommets sont : le premier, à la pointe du cap Bon ; le second, à Sidi-Slim-Bou-Kukbah, près d'Hammamet; le troisième aux environs de Carthage, au Phare de Bou-Saïd. En déterminant la position de notre station astronomique à l'aide de ces trois sommets, nous avons obtenu la distance de Carthage à Bou-Saïd, et c'est cette longueur de $3133^{m},82$ qui a été adoptée comme base initiale d'une petite triangulation couvrant tout le territoire de Tunis-ville et celui de Carthage.

» Les levés de détail ont été entrepris aussitôt avec la boussole-éclimètre par plusieurs officiers, parmi lesquels je dois une mention spéciale à un habile et consciencieux topographe, le commandant Derrien.

» Ces levés, interrompus pendant huit mois, ne furent terminés que l'année suivante, en janvier 1879. A ce moment, pour rentrer en Algérie, nous avions à choisir entre deux voies différentes : la voie de mer déjà parcourue plusieurs fois et ne présentant qu'un intérêt médiocre, et la voie de terre, c'est-à-dire l'ancienne voie stratégique romaine, qui menait de Bizerte, par Utique, Carthage, Tunis, Medjez-el-Bab, Testour, le Kef, à Soukahras et à Constantine. Sur tout ce parcours, voisin de 300^{km}, nous devions trouver tout l'attrait d'un pays nouveau et peu exploré et rencontrer à chaque pas des vestiges imposants de l'ancienne occupation romaine, en traversant les champs de bataille où vinrent se heurter les légions de Rome contre les mercenaires carthaginois. L'hésitation ne fut pas longue; j'optai pour la voie de terre.

» 2° S. A. le Bey voulut bien nous donner des cavaliers d'escorte et des lettres pour les chefs des tribus dont nous devions traverser le territoire. Nous n'avions pas de chevaux; nous fîmes le voyage en touristes, dans des calèches à quatre chevaux, suivies de chars légers, qui portaient nos tentes et nos bagages.

» Ce voyage de dix jours ne fut qu'un long enchantement.

» Comme résultat utile, il nous permit de faire le levé itinéraire que je place sous les yeux de l'Académie.

» Dans ce cas, nous ne pouvions pas songer à exécuter une triangulation pour asseoir les bases du levé; nous avons procédé par cheminements successifs, en suivant la ligne télégraphique qui chemine sur les hauteurs, mais avec précision et d'une manière assez originale. La triangulation des environs de Tunis et les calculs ultérieurs nous avaient fait connaître la position géographique d'un fort poteau d'angle de ligne télégraphique situé à Medjez-el-Bab, ainsi que l'orientation de la première ligne de poteaux; en

outre, les distances comprises entre les coudes successifs de la ligne télégraphique nous étaient données par M. Haeusser, que l'Administration des télégraphes avait mis à notre disposition, et qui les avait mesurées avec soin d'après les longueurs de fils interposées. En faisant station à chaque poteau d'angle, mesurant l'angle des deux sections adjacentes et recoupant tous les points remarquables de la contrée, puis dessinant le terrain à vue, nous avons pu obtenir une représentation assez exacte du terrain. Les différences de niveau, de proche en proche, étaient obtenues au moyen de baromètres anéroïdes. Quelques stations supplémentaires, faites en des points à relief bien accusé, nous ont permis de fouiller tous les replis du terrain.

» Pour la place du Kef et celle de Bizerte, nous avions, avec l'autorisation des gouverneurs locaux, faits des levés spéciaux à échelles plus grandes.

» 3° Quant à la Carte du pays des Khroumirs, dont j'offre la primeur à l'Académie, elle a été levée au printemps de 1881, pendant la première partie de la campagne de Tunisie.

» Des officiers topographes, au nombre de douze, commandés par le lieutenant-colonel Mercier et le commandant Peigné, avaient été attachés aux diverses brigades du corps expéditionnaire. Deux géodésiens, les capitaines Defforges et Boulangier, étaient chargés de trianguler le pays, sous la protection d'escortes suffisantes pour assurer leur sécurité. J'avais été nommé chef du service géographique, et, pour la première fois depuis la disparition des ingénieurs géographes, ce service fonctionnait, à l'armée, d'une manière régulière. Quelques-uns des sommets principaux des Khroumirs, tels que le Djebel-Addida, le Djebel-Bir, le Djebel-Guessaa et d'autres avaient pu être rattachés aux derniers sommets de la triangulation algérienne, et donner ainsi l'amorce d'une triangulation nouvelle suffisamment exacte pour raccorder entre eux, avec précision, les levés des officiers topographes.

» Ces levés étaient terminés sur le terrain le 30 juin 1881; deux mois après, les planches de zinc étaient gravées et les feuilles tirées étaient mises à la disposition des officiers restés en Khroumirie, pour être complétées ou revisées. Elles contiennent encore quelques blancs, espaces vides où l'on n'a pas eu l'occasion de pénétrer encore, mais qui disparaîtront bientôt, lorsque, l'œuvre de pacification accomplie, les officiers pourront, comme je l'ai fait au début des travaux, parcourir sans danger les parties encore inexplorées.

» La nouvelle Carte de la Tunisie sera dressée à l'échelle de $\frac{1}{100\,000}$;

considérée comme le prolongement de la Carte d'Algérie, elle sera assise sur le même système de projection. Au fur et à mesure des levés, l'ancienne Carte générale de la Tunisie, à $\frac{1}{400\,000}$, de Falbe et Sainte-Marie, est complétée ou corrigée, et je suis heureux de dire à l'Académie qu'avant peu d'années, grâce à une organisation plus vigoureuse de notre service géographique militaire, nous pourrons offrir aux ingénieurs, aux officiers et aux géographes une Carte établie sur des bases sûres et constituant un document précieux pour l'exécution des grands travaux dont ce merveilleux pays va devenir le théâtre. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences sur la rapidité de l'absorption des virus à la surface des plaies*; par M. **Davaine**.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Il n'existe aujourd'hui aucun doute relativement à l'utilité, pour prévenir l'invasion d'une maladie virulente, d'appliquer la cautérisation ou quelque autre traitement analogue, dans un très bref délai; mais il est extrêmement rare qu'on puisse, dans la pratique de la Médecine, appliquer immédiatement ces moyens de préservation. Il serait donc d'un grand intérêt de savoir après combien de temps la cautérisation d'une plaie virulente peut encore être appliquée avec succès. Les médecins n'ont pu résoudre cette question par la simple observation des malades, car, dans la plupart des cas, il est impossible de connaître le moment précis où le virus a été inoculé, ou bien de savoir s'il l'a été en effet.

» Or, il semble que l'expérimentation peut donner facilement la solution de cette question; c'est pourquoi, en 1849, le savant directeur de l'École d'Alfort, Renault, fit sur les animaux de nombreuses et fort intéressantes expériences, avec la collaboration de M. H. Bouley, aujourd'hui membre de cette Académie.

« La question que je me proposais de résoudre, dit M. Renault, est celle-ci : une parcelle de virus morveux ou claveleux étant déposée sous l'épiderme, constater le plus ou moins de rapidité avec laquelle ce virus est absorbé, à partir du moment de son inoculation. »

» Pour savoir à quel moment le virus s'était déjà propagé au loin

dans l'économie de l'animal, il suffisait de détruire la partie inoculée à des intervalles de temps plus ou moins rapprochés. Les expériences avec le virus de la morve furent faites sur treize chevaux, celles de la clavelée sur vingt-deux moutons. Dans les deux séries d'expériences, on introduisit le virus, comme on le faisait généralement alors, en soulevant l'épiderme avec la pointe d'un instrument tranchant.

» Pour les premiers des treize chevaux inoculés avec la morve, l'intervalle de temps entre l'insertion du virus et la destruction de la plaie qui l'avait reçu a été de plusieurs jours; il ne fut plus, chez le douzième, que de deux heures, et, chez le treizième, il fut d'une heure seulement. Tous ces animaux, sans exception, furent atteints de la morve.

» Les expériences avec le virus de la clavelée ont été pratiquées de la même manière, sur les vingt-deux moutons, et l'intervalle entre l'inoculation et la cautérisation a été successivement de moins en moins grand; de sorte que cet intervalle a été, pour les trois derniers moutons, de dix, huit et cinq minutes. Tous ces animaux contractèrent la clavelée.

» D'après ces résultats, en jugeant des autres virus par analogie, on devrait conclure que, dans presque tous les cas, il serait inutile, pour prévenir une maladie virulente, de cautériser les plaies, et qu'il vaut mieux épargner au malade les douleurs de l'opération.

» Des expériences du même genre furent faites ensuite, avec le virus charbonneux, par M. Colin, professeur à l'École d'Alfort. Ces expériences, pratiquées sur des lapins en insérant le virus charbonneux dans la peau de l'oreille, puis enlevant cette partie par une section nette, ont donné des résultats identiques à celles de Renault. M. Colin les résume en ces termes :

« Si, l'inoculation étant faite à la pointe de l'oreille, on vient à couper cette partie au bout de trois, quatre, cinq minutes, l'inoculation n'en produit pas moins ses effets, quant à a rapidité et à la gravité. » (*Bull. de l'Acad. de Méd.*, t. CLXXXVII, p. 849.)

» Dans tous ces faits, la matière virulente a été insérée dans une plaie très petite, faite par un instrument tranchant : ne doit-on pas croire que, sur une plaie plus grande, l'absorption du virus sera plus certaine et plus rapide encore? Cependant, si l'on considère que les plaies qui reçoivent parfois des virus ne sont point faites par une lame étroite et acérée, à moins qu'un expérimentateur ne se blesse lui-même par accident, on pourra douter que l'on doive conclure exactement des unes aux autres. En effet, on sait que les blessures les plus étendues, produites par arrachement, ne

sont point toujours accompagnées d'hémorrhagie. Or, si les artères déchirées ne donnent point de sang, il est probable que les veines, dans les mêmes conditions, ne permettent point aux liquides déposés à leur surface de s'introduire dans leur cavité.

» D'après ces considérations, j'ai cherché si les résultats des inoculations ne varieraient pas en plaçant le virus sur des plaies produites par des moyens divers, soit par l'application de substances vésicantes, soit par des frottements avec des corps rudes, soit enfin par la simple excision des téguments.

» Je parlerai aujourd'hui des résultats que j'ai obtenus avec des plaies produites par l'excision des téguments. Toutes les expériences ont été faites sur des lapins. La peau d'une région quelconque du corps, ayant été soulevée avec une pince, fut excisée avec des ciseaux, dans une étendue variable; puis, aussitôt après, la plaie fut recouverte d'une couche épaisse de sang charbonneux frais et reconnu très virulent; au bout d'une ou de plusieurs heures, la plaie fut profondément cautérisée.

» La première expérience fut faite le 19 juillet dernier. La peau ayant été enlevée sur la cuisse droite d'un lapin, dans l'étendue d'une pièce de 1^{fr}, la plaie fut recouverte immédiatement de sang charbonneux frais; une heure après, elle fut cautérisée avec l'acide sulfurique concentré. La même opération fut pratiquée à un autre lapin sur la région frontale. Le premier mourut du charbon en quarante-huit heures; le second mourut un jour plus tard, probablement par les effets de la cautérisation, qui avait dénudé les os du crâne, car on ne put constater les lésions caractéristiques du charbon.

» Le 23 juillet, une plaie, grande comme une pièce de 50 centimes, fut faite sur la cuisse gauche d'un lapin et recouverte de sang charbonneux; trois quarts d'heure après, elle fut cautérisée avec le caustique de Vienne, et l'animal ne fut point malade.

» La même opération fut faite à un autre lapin, le 6 août; la plaie avait l'étendue d'une pièce de 1^{fr}; la cautérisation fut pratiquée une heure après, et l'animal survécut.

» Le 9 août, la plaie faite à un autre lapin avait la dimension d'une pièce de 50 centimes; la cautérisation fut pratiquée deux heures après, et l'animal survécut.

» Le 14 août, deux lapins furent opérés en même temps: la plaie de l'un, située à la partie interne de la cuisse, avait la dimension d'une pièce de 1^{fr}; celle de l'autre, située sur la partie externe de l'oreille, avait la dimension d'une pièce de 50 centimes. La cautérisation avec le caustique de Vienne fut pratiquée deux heures après l'application du sang charbonneux. Le premier survécut; le second mourut du charbon.

» Le 25 août, une plaie, de la grandeur d'une pièce de 50 centimes, ayant été faite à deux lapins, fut cautérisée une heure après. L'un de ces lapins mourut, l'autre survécut.

» Le 30 août, sur un dixième lapin, la peau ayant été enlevée à la face externe de l'oreille dans l'étendue d'une pièce de 1^{fr}, la cautérisation fut pratiquée au fer rouge trois heures après l'application du sang charbonneux, et l'animal survécut.

» Les résultats de ces expériences sont bien différents de ceux qu'ont obtenus Renault et M. Colin. Dans leurs inoculations, pratiquées au moyen d'une petite incision sous-épidermique, tous les animaux ont été atteints par le virus ; dans les miennes, la peau ayant été incisée dans toute son épaisseur, les deux tiers des animaux environ ont été préservés.

» La raison de ces différences tient sans doute aux modifications que la circulation éprouve à la surface de plaies différentes. Dans la plaie sous-épidermique, un petit nombre de vaisseaux sont incisés, et la circulation est entretenue encore par les branches collatérales qui s'insèrent immédiatement au-dessous du vaisseau incisé ; il se fait donc, dans ce vaisseau, un appel par l'effet duquel le virus, ayant pénétré dans sa cavité, est emporté ensuite dans la circulation générale. Le même effet ne se produit pas, sans doute, aussi facilement ou aussi généralement lorsque, dans une plaie plus étendue, la plupart des troncs vasculaires sont coupés.

» Quoi qu'il en soit de cette explication, l'expérience montre que l'absorption du virus n'est pas également rapide à la surface de toutes les plaies, et que la substance virulente reste parfois pendant plusieurs heures sur la blessure où elle a été déposée, sans pénétrer plus avant. Par conséquent, toute plaie réputée virulente peut être cautérisée, avec quelque chance de succès, plusieurs heures même après qu'elle a été faite. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les faisceaux de formes binaires ayant une même jacobienne.* Mémoire de M. **Cyparissos Stephanos**, présenté par M. C. Jordan. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. O. Bonnet, Bouquet, C. Jordan).

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, je me suis proposé d'étudier les faisceaux de formes binaires ayant une même jacobienne, par les seules ressources de l'Algèbre binaire [1].

» Ce Mémoire est divisé en deux Parties. Dans la première, après une in-

[1] Quant à certains points de cette théorie, qui tiennent plutôt à des questions d'une variété à m dimensions, comme par exemple la détermination du nombre des faisceaux ayant une même jacobienne, nous nous réservons d'y revenir dans une prochaine occasion.

troduction concernant les systèmes linéaires de formes binaires et les invariants et covariants de ces systèmes (*combinants* des formes binaires), j'examine les relations qui ont lieu entre les formes d'un faisceau et sa jacobienne, ainsi que les relations qui existent entre deux faisceaux ayant une même jacobienne. Dans la seconde Partie, j'étudie, d'une manière détaillée, le problème de la détermination des faisceaux de formes biquadratiques ayant une jacobienne donnée, problème qui acquiert un intérêt particulier, par ce fait qu'on peut y ramener la recherche des substitutions linéaires qui font disparaître le second et l'avant-dernier terme d'une équation du sixième degré.

» J'indique ici très sommairement quelques-uns des résultats de ce Mémoire.

» 1. Citons de la première Partie ces résultats :

» Lorsqu'une forme h_x^m entre en facteur dans la jacobienne d'un faisceau de forme d'ordre m contenant la forme a_x^m, réciproquement la forme a_x^m entre en facteur dans la jacobienne d'un faisceau contenant la forme h_x^m.

» Pour que, parmi les faisceaux, en nombre limité, ayant pour jacobienne une forme donnée, il y en ait deux qui soient venus à coïncider, il suffit qu'un certain invariant de cette forme soit nul.

» 2. La recherche, que nous entreprenons dans la seconde Partie, des faisceaux de formes biquadratiques $\lambda a_x^4 + \mu b_x^4$ ayant une même jacobienne $f = \alpha_x^6 = (ab) a_x^3 b_x^3$, est ramenée à la détermination des seconds covariants élémentaires $\theta_x^2 = \frac{2}{5}(ab)^3 a_x b_x$ de ces faisceaux, puisqu'un tel faisceau est complètement déterminé lorsqu'on donne ses deux covariants élémentaires α_x^6 et θ_x^2.

» Ces formes θ sont liées à f par la relation

$$E_x^4 = (\alpha\alpha')^4 \alpha_x^2 \alpha_x'^2 - (\alpha\theta)^2 \alpha_x^4 - \theta_x^2 \theta_x'^2 = 0, \quad (\alpha_x^6 = \alpha_x'^6,\ \theta_x^2 = \theta_x'^2),$$

et sont au nombre de *cinq*.

» Pour la détermination de ces formes θ, nous introduisons un paramètre

$$I = \tfrac{2}{3}(\theta\theta')^2 - \tfrac{1}{3}(\alpha\alpha')^6 = \tfrac{2}{3}D_\theta - \tfrac{1}{3}A,$$

en fonction duquel les formes θ peuvent être exprimées rationnellement. De la relation

$$(\alpha E)^4 \alpha_x^4 - (E\theta)^2 E_x^2 = l_x^2 - 2(i\theta)^2 i_x^2 + 2I\theta_x^2 = 0,$$

où

$$i_x^4 = (\alpha\alpha')^4 \alpha_x^2 \alpha_x'^2, \quad l_x^2 = (\alpha i)^4 \alpha_x^2,$$

on déduit, en effet,

$$\theta = -\frac{1}{2}\,\frac{(I^2 - \frac{1}{2}B)l_x^2 + Im_x^2 + n_x^2}{I^3 - \frac{1}{2}BI - \frac{1}{3}C},$$

étant posé

$$m_x^2 = (il)^2 i_x^2,\quad n_x^2 = (im)^2 i_x^2,\quad B = (ii')^4,\quad C = (ii')^2(ii'')^2(i'i'')^2.$$

» Les valeurs de I correspondant aux cinq formes $\theta_k (k = 1, 2, 3, 4, 5)$, satisfaisant à la relation $E_x^4 = 0$, se trouvent être racines de l'équation

$$\Phi = 6I^5 + AI^4 - 5BI^3 - (AB + 5C)I^2 - \tfrac{4}{5}ACI + \tfrac{1}{2}(\tfrac{1}{2}AB^2 + \tfrac{13}{2}BC - 3D) = 0,$$

où

$$D = (ln)^2 = (mm')^2.$$

» Cette équation $\Phi = 0$ a une racine double I_0 :

» 1° Dans le cas où deux des formes θ_k sont égales; pour cela, il suffit que l'équation $\Phi = 0$ soit vérifiée par $I = -\frac{2}{15}A$.

» 2° Dans le cas où la forme f est décomposable en trois facteurs quadratiques liés par une relation linéaire; on a alors

$$I_0^3 - \tfrac{1}{2}BI_0 - \tfrac{1}{3}C = 0 \quad \text{et} \quad (I_0^2 - \tfrac{1}{2}B)l_x^2 + I_0 m_x^2 + n_x^2 = 0.$$

» Les cinq formes θ_k sont racines de l'équation

$$0 = -f\Delta - \tfrac{1}{2}Hl + 2pi + \tfrac{1}{6}(5fl + AH - 10i)\theta - \tfrac{1}{3}(\tfrac{2}{3}Af + 5p)\theta^2 + \tfrac{5}{2}i\theta^3 - \theta^5,$$

où

$$H = (\alpha\alpha')^2\alpha_x^4\alpha_x'^4,\quad p = (\alpha i)^2\alpha_x^4,\quad \Delta = (ii')^2 i_x^2 i_x'^2.$$

» 3. En étudiant les formes γ_x^2 et η_x^2 liées à $f = \alpha_x^6$ par la relation

$$(1) \qquad (\alpha\eta)^2\alpha_x^4 + \gamma_x^2\eta_x^2 = 0,$$

nous démontrons que cette équation ne peut être satisfaite que par des valeurs de γ_x^2 égales aux diverses formes $\theta_r + \theta_s (r \lessgtr s)$ et pour des valeurs correspondantes de η_x^2 égales, en général, à $\lambda(\theta_r - \theta_s)$, et substituant même dans le cas où les deux formes θ_r et θ_s viennent à coïncider.

» Si l'une des formes η_x^2 qui satisfont à la relation (1) est égale à $2x_1x_2$, f prend la forme

$$(2) \qquad \alpha_0 x_1^6 + 15\alpha_2 x_1^4 x_2^2 + 20\alpha_3 x_1^3 x_2^3 + 15\alpha_4 x_1^2 x_2^4 + \alpha_6 x_2^6.$$

De cette manière, le problème de la détermination des substitutions linéaires

par lesquelles f peut être mise sous cette forme (2) (problème analogue à celui de la mise sous forme canonique des formes biquadratiques, etc.) revient au fond à la détermination des cinq formes θ_k.

» 4. Pour la représentation géométrique des cinq faisceaux de formes biquadratiques ayant une même jacobienne, c'est-à-dire pour la construction des cinq involutions du quatrième ordre ayant les mêmes points doubles, on utilise la configuration bien connue de dix droites et dix points qui forme la section par un plan du système des plans et droites déterminés par cinq points arbitraires de l'espace. Si l'on attribue aux points de cette configuration pour symboles les combinaisons de cinq indices $k(1, 2, 3, 4, 5)$, pris deux à deux, de manière qu'à trois points situés sur une droite correspondent les combinaisons de trois seuls indices, les cinq faisceaux k des coniques passant par quatre points dont les symboles contiennent un même indice k déterminent sur la conique C^2, par rapport à laquelle cette configuration est sa propre polaire réciproque, cinq involutions ayant les mêmes points doubles. Cette propriété des cinq faisceaux k de coniques résulte, si l'on veut, de ce que les coniques de ces faisceaux qui passent par un même point de C^2 touchent en ce point une même droite. »

VITICULTURE. — *Recherches effectuées en vue de découvrir des organismes parasites du Phylloxera.* Lettre de M. U. GAYON à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera).

« J'ai l'honneur de vous faire connaître le résultat des essais que j'ai commencés cette année, en vue de rechercher s'il existe un infiniment petit parasite du Phylloxera.

» Je me suis appliqué tout d'abord à l'examen microscopique de l'insecte lui-même. Chaque préparation comprenait un seul Phylloxera écrasé soit dans une goutte d'eau distillée, soit dans une goutte de dissolution étendue de potasse. Avec un grossissement de 4 à 500 diamètres, je n'ai pas vu de microbes dans les individus jeunes et agiles; les individus âgés et peu mobiles en présentent quelquefois. J'estime à 2 ou 3 pour 100 le nombre des Phylloxeras où j'ai rencontré, sans doute possible sur leur nature, des petits bâtonnets caractéristiques des Vibrioniens. Les moisissures sont beaucoup plus rares. Mes observations ont porté sur des racines

phylloxérées provenant de diverses régions de la Gironde, de la Dordogne et de la Charente.

» Après avoir acquis la certitude que certains Phylloxeras renferment des organismes microscopiques, j'ai fait des ensemencements et des cultures dans des liquides nutritifs, tels que : infusion acide ou neutre de vigne, bouillon de poule neutralisé par la potasse. Ce dernier liquide a donné seul des résultats positifs.

» Toutes les précautions indiquées par M. Pasteur, pour la préparation et la conservation des liquides de culture, ont été prises avec le plus grand soin.

» Dans une première série d'expériences, j'ai ensemencé des Phylloxeras entiers, en évitant l'introduction de germes étrangers à l'insecte. Celui-ci était saisi avec une pince flambée, et flambé lui-même, de façon à ne conserver vivants que les germes des microbes contenus dans ses organes internes. Les ballons de bouillon de poule ainsi préparés se sont troublés rapidement, sous l'action de millliers de bâtonnets agiles, bactéries ou vibrions.

» Craignant quelque défaut de manipulation, j'ai recommencé les essais, en les modifiant et en exagérant les précautions. Un gros Phylloxera était saisi avec une pince très effilée, puis flambé; avec un tube de verre extrêmement fin, de $0^m,02$ à $0^m,03$ de longueur, passé dans la flamme, j'aspirais par capillarité une fraction des liquides de l'insecte, et je semais rapidement le tube dans du bouillon resté plusieurs jours sans altération à l'étuve. Dans ces nouvelles conditions, tous mes ballons de culture se sont encore altérés.

» Bien que les essais me semblent avoir été faits avec toutes les garanties désirables, la constance même des résultats me fait craindre que je n'aie pas pu éviter toutes les causes d'erreur que comportent des expériences aussi délicates. Si j'avais eu des ballons inaltérés, je n'hésiterais pas à affirmer que les autres avaient reçu, des Phylloxeras mêmes, et non du dehors, leurs germes d'altération. A mon avis, il est prudent d'attendre les résultats de la prochaine campagne, pour conclure avec autant de généralité.

» Parmi les organismes que la culture des Phylloxeras m'a fait connaître, je dois vous en signaler un bien intéressant par les produits qu'il donne dans le bouillon de poule et dans le lait. Ces liquides verdissent et laissent déposer au bout de quelques jours de magnifiques houppes vertes, formées d'aiguilles cristallines, dont j'ai l'honneur de vous adresser ci-contre un spécimen puisé dans le lait. Les cristaux dont il s'agit sont insolubles dans l'eau et solubles dans la plupart des autres réactifs, alcool,

éther, chloroforme, sulfure de carbone, acide acétique, ammoniaque, etc. Le microbe qui les fait naître est une bactérie incolore, très avide d'air, très délicate, qui atteint le maximum de son développement entre 20° et 25°.

» Je m'étais proposé de soumettre des racines phylloxérées à l'action directe de liquides riches en organismes microscopiques, et j'avais fait disposer à cet effet deux plants en ligne dans des pots de terre. Les grandes chaleurs de l'été dernier en ont tué le plus grand nombre; le reste est demeuré chétif. Cette partie de mes recherches est donc tout entière à recommencer.

» Je regrette, monsieur le Secrétaire perpétuel, de ne pouvoir vous communiquer des résultats plus complets; mais, si l'Académie veut bien me le permettre, je poursuivrai cette étude dès les premiers jours du printemps prochain, en m'attachant de préférence à l'inoculation même du Phylloxera. »

M. **Charlas** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Delaurier** adresse une Note intitulée « Observations sur l'aimantation de l'acier et du fer, par des vibrations combinées à l'action magnétique de la Terre ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. E. **Viard** adresse une Note relative aux falsifications des vins.

(Commissaires : MM. Boussingault, Peligot.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les « Résolutions votées par le Congrès géologique international (2e session, Bologne, 1881). » (Présenté par M. Hébert.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations de la forme* $\sum \int_a^b e^{-zx} F(z)\,dz = 0$.

Note de M. LAGUERRE, présentée par M. C. Jordan.

« 1. Une telle équation peut toujours se mettre sous la forme

$$\int_{a_0}^{b_0} e^{-zx} F_0(z)\,dz + \int_{a_1}^{b_1} e^{-zx} F_1(z)\,dz + \ldots + \int_{a_n}^{b_n} e^{-zx} F_n(z)\,dz = 0,$$

où les nombres a_0, b_0, a_1, b_1, ..., a_n, b_n sont rangés par ordre croissant de grandeur, ou encore sous la forme suivante :

$$(1) \qquad \int_{a_0}^{b_n} e^{-zx} F(z)\,dz = 0,$$

où $F(z)$ est une fonction discontinue qui s'annule dans les intervalles compris entre les nombres b_0 et a_1, b_1 et a_2, etc., et qui prend successivement les mêmes valeurs que $F_0(z)$, $F_1(z)$, ... dans les intervalles a_0, b_0; a_1, b_1; ....

» A l'égard de cette équation, on peut énoncer la proposition suivante :

» *Le nombre de ses racines positives est au plus égal au nombre des racines de l'équation*

$$\int_{a_0}^{x} F(x)\,dx = 0$$

qui sont comprises entre a_0 *et* a_n.

» J'ajouterai que, si ces deux nombres sont différents, leur différence est un nombre pair, et la même remarque doit être prise en considération dans les théorèmes qui suivent.

» Le problème est ainsi ramené à un problème beaucoup plus simple et que l'on peut, dans beaucoup de cas, résoudre mécaniquement, en construisant la courbe discontinue $y = F(x)$ et en faisant usage du planimètre d'Amsler.

» 2. Un cas particulièrement intéressant est celui où F_0, F_1, ... se réduisent à des constantes; l'équation (1) est alors de la forme

$$A e^{\alpha z} + B e^{\beta z} + \ldots = 0,$$

et devient algébrique si l'on pose $e^z = x$.

» On obtient ainsi le théorème suivant, qui a d'importantes applications :

» *Etant donnée l'équation*

$$(2)\qquad a_0x^{\alpha_0}+a_1x^{\alpha_1}+a_2x^{\alpha_2}+\ldots+a_nx^{\alpha_n}=0,$$

où les nombres $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ *vont en croissant et sont du reste arbitraires, même incommensurables, si l'on forme les quantités*

$$p_0=a_0,\quad p_1=a_0+a_1,$$
$$p_2=a_0+a_1+a_2,\quad \ldots,\quad p_n=a_0+a_1+\ldots+a_n,$$

le nombre des variations des termes de la suite

$$p_0(\alpha_1-\alpha_0),\quad p_0(\alpha_1-\alpha_0)+p_1(\alpha_2-\alpha_1),$$
$$p_0(\alpha_1-\alpha_0)+p_1(\alpha_2-\alpha_1)+p_2(\alpha_3-\alpha_2),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$p_0(\alpha_1-\alpha_0)+p_1(\alpha_2-\alpha_1)+\ldots+p_{n-1}(\alpha_n-\alpha_{n-1}),\quad p_n,$$

est au plus égal au nombre des racines positives de l'équation (2) *qui sont inférieures à l'unité.*

» Plus généralement, si F_0, F_1, F_2, ... sont des polynômes entiers, l'équation (1) est de la forme

$$e^{ax}\Phi(x)+e^{bx}\Psi(x)+e^{cx}\Theta(x)+\ldots=0,$$

Φ, Ψ, Θ, ... désignant des polynômes entiers; pour avoir une limite supérieure du nombre de ses racines positives, il suffit de former diverses équations algébriques et entières et, pour chacune d'elles, de déterminer le nombre des racines qui sont comprises entre deux nombres donnés.

» 3. J'ajouterai encore une dernière application, en supposant dans l'équation (3) $\int_0^\infty e^{-zx}F(z)\,dz=0$,

$$F(z)=Az^{\alpha-1}+Bz^{\beta-1}+Cz^{\gamma-1}+\ldots,$$

les nombres α, β, γ, ... étant positifs.

» L'équation (3) se met facilement, au moyen des fonctions eulériennes de seconde espéce, sous forme explicite, et l'on en déduit la proposition suivante :

» *L'équation*

$$Ax^\alpha+Bx^\beta+Cx^\gamma+\ldots=0,$$

a au plus autant de racines positives que l'équation

$$\frac{A}{\Gamma(\alpha+1)}x^\alpha+\frac{B}{\Gamma(\beta+1)}x^\beta+\frac{C}{\Gamma(\gamma+1)}x^\gamma+\ldots=0.$$

» En particulier, si α, β, γ, ... forment la suite des nombres entiers, on peut dire que, ω étant une quantité positive quelconque, l'équation

$$(4)\qquad A+Bx+Cx^2+Dx^3+\ldots=0$$

a au plus autant de racines positives que l'équation

$$(5)\quad A+\frac{B}{1+\omega}x+\frac{C}{(1+\omega)(2+\omega)}x^2+\frac{D}{(1+\omega)(2+\omega)(3+\omega)}x^3+\ldots;$$

la même chose a lieu évidemment à l'égard des racines négatives.

» Si, par exemple, l'équation (4) a toutes ses racines réelles, il en est de même de l'équation (5); ainsi, ω étant une quantité positive quelconque, l'équation

$$1+\frac{n}{1+\omega}x+\frac{n(n-1)}{1.2}\frac{x^2}{(1+\omega)(2+\omega)}+\frac{n(n-1)(n-2)}{1.2.3}\frac{x^3}{(1+\omega)(2+\omega)(3+\omega)}+\cdots=0$$

a toutes ses racines réelles.

» 4. La dernière proposition peut, du reste, se vérifier très facilement, en remarquant que le développement de la fonction $f(x)e^{zx}$, suivant les puissances croissantes de x, présente au plus autant de variations que celui de $f(x)$, et que le nombre de ses variations ne peut que décroître quand z va en croissant.

» J'ajouterai le théorème suivant :

» *On peut toujours déterminer une valeur de z telle que, pour cette valeur et les valeurs plus grandes, le nombre des variations que présente le développement de $f(x)e^{zx}$ soit exactement égal au nombre des racines positives de l'équation $f(x)=0$,* chacune de ces racines étant comptée avec son degré de multiplicité.

» De là résulte une méthode nouvelle pour déterminer le nombre des racines d'une équation algébrique qui sont comprises entre deux limites données, méthode entièrement différente de celle de Lagrange et de celle de Sturm. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une série d'Abel.* Note de M. **Halphen.**

« Il s'agit de la série

$$(1)\ f(x) = f(0) + xf'(\beta) + \frac{x(x-2\beta)}{2} f''(2\beta) + \ldots + \frac{x(x-n\beta)^{n-1}}{2.3\ldots n} f^{(n)}(n\beta)\ldots$$

indiquée dans les *Œuvres d'Abel*, t. II, p. 82. Les conditions d'existence de la formule (1) n'avaient pas encore été étudiées ; j'ai réussi à les trouver, et je vais les énoncer ici.

» I. *Pour qu'il existe des quantités* β *rendant exacte la formule* (1), *il faut et il suffit qu'il existe aussi des quantités* α *laissant fini le produit* $\alpha^n f^{(n)}(x)$, *quand* n *est infini.*

» J'ai déjà eu l'occasion de le dire à propos d'une autre série (ce Volume, p. 782), cette condition implique que $f(x)$ est synectique dans tout le plan.

» II. *Soit* a *le plus grand module des quantités* α, *et soit* u *la racine positive de l'équation* $ue^{1+u} = 1$ ($u = 0,27$ *à moins de* $0,01$ *près*); *la formule* (1) *est exacte pour les valeurs de* β *dont le module est moindre que le produit* ua.

» Pour certaines fonctions, comme $e^{\sqrt{x}} + e^{-\sqrt{x}}$, $\cos\sqrt{x}$, les fonctions de Bessel, le nombre a dépasse toute limite. Avec ces fonctions, la formule (1) est, comme on voit, exacte quel que soit β. Pour les autres cas, l'énoncé II indique des conditions suffisantes, mais non pas nécessaires. Les points affixes des quantités β, pour lesquelles la formule est légitime, sont renfermées à l'intérieur d'une courbe dont la forme dépend de $f(x)$. Le cercle de rayon ua est tout entier dans l'intérieur de cette courbe, que fait connaître la proposition suivante :

» III. *Soit* p *tout nombre compris entre zéro et* n. *Les produits* $z^n e^p f^{(n)}(pz)$ *restent finis, pour* n *infini, tant que le module de* z *reste inférieur à* ua. *Mais si* z *conserve un même argument* ω, *et que son module croisse d'une manière continue au delà de* ua, *ces produits restent encore finis jusqu'à une autre limite* $\varphi(\omega)$, *dont la forme dépend de* $f(x)$.

» *La condition nécessaire et suffisante à l'existence de la formule* (1) *consiste en ce que le point* β *soit à l'intérieur de la courbe* $\rho = \varphi(\omega)$.

» Le problème est ainsi résolu. Comme exemple, prenons d'abord la

fonction e^x. Le nombre a est l'unité, et la courbe limite a pour équation

$$\rho e^{1+\rho\cos\omega} = 1.$$

» Elle se compose de deux branches infinies se croisant au point $y = 0$, $x = -1$; et, en outre, d'une boucle convexe, partant de ce point, entourant l'origine et présentant son rayon vecteur minimum $\rho = u$, pour $\omega = 0$. Cette boucle, qui contient le cercle de rayon u, limite, elle seule, la portion du plan où peut être placé β.

» Pour la fonction $e^{\lambda x}$, la condition consiste en ce que le point $\lambda\beta$ soit à l'intérieur de cette même courbe; en d'autres termes :

$$(2) \qquad \text{mod.}\,\lambda\beta \leqq 1, \quad \text{mod.}\,\lambda\beta e^{1+\lambda\beta} \leqq 1.$$

» Pour les fonctions $\cos\lambda x$, $\sin\lambda x$, le point $\lambda\beta$ doit être contenu entre la courbe $\rho e^{1+\rho\sin\omega} = 1$, restreinte à sa partie située au-dessus de l'axe des x, et la symétrique par rapport à cet axe.

» La série (1), formée avec la fonction $e^{\lambda x}$, est, en même temps, un exemple classique de la série de Bürmann. Le terme général est

$$\frac{x(x-n\beta)^{n-1}}{2.3\ldots n}(\lambda e^{\lambda\beta})^n,$$

et la condition de convergence coïncide avec la seconde des conditions (2). La première des conditions (2) n'est pas nécessaire à la convergence; mais, si elle n'est pas satisfaite, la série ne représente pas $e^{\lambda x}$. Parmi les racines μ, en nombre infini, de l'équation $\mu e^{\mu\beta} = \lambda e^{\lambda\beta}$, il en est une et une seule donnant à $\mu\beta$ un module moindre que l'unité. Si μ désigne cette racine, la série représente la fonction $e^{\mu x}$.

» Un exemple plus curieux encore de cas où la série converge sans représenter la fonction est fourni par Abel lui-même, à son insu. L'illustre géomètre applique la formule (1) à la fonction $\log(1+x)$. La série converge, et il est manifeste qu'elle ne représente pas $\log(1+x)$, comme Abel l'avait pensé. Elle définit une transcendante nouvelle, qui paraît offrir de l'intérêt. Au lieu du logarithme, prenons la fonction $\frac{1}{z-x}$, et formons la série (1), qui devient ainsi

$$F(x, z, \beta) = \frac{1}{z} + \frac{x}{(z-\beta)^2} + \frac{x(x-2\beta)}{(z-2\beta)^3} + \ldots + \frac{x(x-n\beta)^{n-1}}{(z-n\beta)^{n+1}}, \ldots$$

et converge, quels que soient x, z, β, sauf pour $\beta = 0$. C'est surtout comme fonction de z qu'elle est digne de remarque, ayant les infinis $0, \beta, 2\beta, \ldots,$

multiples respectivement d'ordre 1, 2, 3, ... L'analogie avec la fonction Γ se poursuit plus loin, la fonction actuelle pouvant aussi se représenter par une intégrale définie très simple.

» Prenons l'équation $\mu e^{-\mu} = \lambda e^{-\lambda}$, et faisons varier λ par des valeurs réelles depuis 1 jusqu'à $+\infty$. Outre la racine $\mu = \lambda$, il y a une autre racine réelle $\mu = \psi(\lambda)$, qui varie en même temps depuis 1 jusqu'à 0. Cette fonction $\psi(\lambda)$ permet la définition d'une transcendante

$$\Phi(x, z) = \int_1^\infty e^{x\psi(\lambda)-\lambda z} d\lambda,$$

définition valable seulement pour les valeurs de z dont la partie réelle est positive. Mais on a

$$\Phi(x, z) = \frac{1 - e^{x-z}}{x - z} + F(x, z, -1),$$

et le second membre est défini pour toutes les valeurs de z.

» La somme de la série (1), formée avec la fonction logarithmique, s'obtient en intégrant la fonction F. Par différentiation, au contraire, on a les sommes des séries formées avec les fonctions $(z - x)^{-2}$, $(z - x)^{-3}$, ... On voit que la série (1), formée avec une fraction rationnelle quelconque, converge toujours et représente une fonction exprimable, en termes finis, au moyen de la transcendante Φ. »

MÉCANIQUE. — *Remarques sur l'introduction de fonctions continues n'ayant pas de dérivée, dans les éléments de la Mécanique.* Note de MM. **Appell** et **Janaud**, présentée par M. Bouquet.

« L'existence de fonctions continues n'ayant pas de dérivée est un fait d'une grande importance pour les fondements de la Physique mathématique et de la Mécanique rationnelle. Des exemples simples de fonctions de cette espèce ont été donnés par M. Weierstrass dans ses leçons et par M. Bouquet dans son Cours à la Faculté des Sciences. Nous nous proposons, dans cette Note, de faire quelques remarques au sujet des questions que suggère l'introduction de pareilles fonctions dans les éléments de la Cinématique et de la Mécanique rationnelle, en faisant toutes nos réserves à l'égard de l'existence objective des mouvements et des forces que nous sommes amenés à considérer.

» I. Imaginons d'abord sur un axe OX un point matériel mobile dont

l'abscisse x est une fonction continue du temps admettant une dérivée première continue, mais n'ayant pas de dérivée seconde; le mouvement de ce point ne peut pas être produit par une force continue dans un intervalle de temps si petit qu'il soit, ainsi qu'il résulte du § III. Nous sommes donc amenés à considérer des forces discontinues dans tout intervalle.

» II. Soit un point matériel, de masse égale à l'unité, mobile sur une droite OX sous l'action d'une force F dirigée constamment suivant cette droite. Nous appelons vitesse v à l'instant t la vitesse du mouvement uniforme que prendrait le mobile à cet instant si la force F cessait d'agir; et nous nous appuyons sur ce principe que l'accroissement de vitesse du mobile dans un intervalle de temps est au plus égal à celui qui se serait produit si la force avait constamment conservé la plus grande valeur qu'elle prend dans cet intervalle, et au moins à celui qui se serait produit si la force avait constamment conservé sa plus petite valeur. On peut toujours imaginer que la force F soit exprimée en fonction du temps t, $F = \varphi(t)$; cette fonction $\varphi(t)$ est supposée quelconque, continue ou discontinue, mais assujettie à la condition de rester comprise entre des limites finies dans les intervalles de temps considérés. On voit d'abord facilement que la vitesse v est une fonction continue du temps. Nous allons étudier la variation $v - v_0$ de la vitesse pendant l'intervalle de temps fini qui sépare les deux instants t_0 et t. Intercalons, entre t_0 et t, $(n-1)$ valeurs $t_1, t_2, \ldots, t_{n-1}$, et posons

$$t_1 - t_0 = \delta_1, \quad t_2 - t_1 = \delta_2, \quad \ldots, \quad t - t_{n-1} = \delta_n.$$

Nous formons ainsi n intervalles et nous désignons par M_i et m_i la limite maximum et la limite minimum de la fonction $\varphi(t)$ dans l'intervalle δ_i (voir *Mémoire sur les fonctions discontinues*, par M. Darboux, *Annales de l'École Normale*, 2[e] série, t. IV, p. 65). L'accroissement de vitesse dans un intervalle δ_i est au plus égal à $M_i\delta_i$ et au moins à $m_i\delta_i$; si donc l'on pose

$$M = M_1\delta_1 + M_2\delta_2 + \ldots + M_n\delta_n,$$
$$m = m_1\delta_1 + m_2\delta_2 + \ldots + m_n\delta_n,$$

on a

(1) $$M \geq v - v_0 \geq m.$$

Si l'on fait croître n indéfiniment et tendre les intervalles δ vers zéro, les deux sommes M et m tendent vers des limites que nous désignerons par $M(t_0, t)$ et $m(t_0, t)$. On a, par conséquent, l'inégalité

(2) $$M(t_0, t) \geq v - v_0 \geq m(t_0, t),$$

qui fixe deux limites comprenant l'accroissement de vitesse. Mais il est un cas particulier remarquable où l'inégalité (2) détermine $v - v_0$: c'est le cas où les deux limites $M(t_0, t)$ et $m(t_0, t)$ sont égales entre elles; la fonction $\varphi(t)$ est alors susceptible d'intégration, d'après la définition de Riemann, et la valeur commune des deux limites est l'intégrale définie $\int_{t_0}^{t} \varphi(t)\,dt$; donc, *si la fonction $\varphi(t)$ est susceptible d'intégration*, l'on a

$$(3) \qquad v - v_0 = \int_{t_0}^{t} \varphi(t)\,dt.$$

» Des considérations analogues aux précédentes peuvent être appliquées au cas où la force F est connue en fonction de l'abscisse x, $F = \psi(x)$.

» III. Supposons inversement que l'on connaisse la vitesse en fonction continue du temps $v = f(t)$, et que l'on veuille les expressions des forces capables de produire le mouvement donné. Si la fonction $f(t)$ admet une dérivée $\varphi(t)$ susceptible d'intégration, on peut produire le mouvement considéré en faisant agir sur le point une force $F = \varphi(t)$, ainsi qu'il résulte de l'équation (3). Mais on obtiendra encore le même mouvement en changeant la valeur de la force pour un nombre limité de valeurs de t, ce qui ne change pas l'intégrale (3); et nous démontrons que l'on peut même, sans modifier le mouvement, modifier la valeur de la force pour une infinité de valeurs de t, de façon que la nouvelle force cesse d'être une fonction susceptible d'intégration. Si la fonction $f(t)$ n'admet pas de dérivée, le mouvement ne peut pas être produit par une force continue dans un intervalle si petit qu'il soit; car, si dans un intervalle la force était une fonction continue de t, elle serait susceptible d'intégration, et, d'après (3), elle serait la dérivée de la vitesse, ce qui est contre l'hypothèse faite sur $f(t)$.

» IV. Pour appliquer les considérations du § II à un exemple, imaginons que la force F soit une fonction du temps qui prenne la valeur constante a pour les valeurs incommensurables de t et une valeur différente b pour les valeurs commensurables ($a > b$). Dans ce cas, les deux limites $M(t_0, t)$ et $m(t_0, t)$ sont $a(t - t_0)$ et $b(t - t_0)$, et l'on a

$$a(t - t_0) \geq v - v_0 \geq b(t - t_0).$$

Des considérations particulières qu'il serait trop long d'indiquer ici permettent de montrer que l'on a

$$v - v_0 = a(t - t_0).$$

» Les questions qui font l'objet de cette Note sont développées avec un peu plus de détail dans un article inséré dans l'*Archiv der Mathematik und Physik*, de M. Hoppe, à Berlin. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions analogues aux fonctions* Θ. Note de M. **Elliot**.

« Soient $u^{(1)}, u^{(2)}, \ldots, u^{(p)}$ les p intégrales normales de première espèce relatives à une équation $F(x, y) = 0$, $w^{(h)}$ une intégrale normale de deuxième espèce dont le pôle est $(\zeta^{(h)}, \zeta_1^{(h)})$, $v^{(k)}$ une intégrale normale de troisième espèce dont les infinis sont $(\xi^{(k)}, \xi_1^{(k)})$, $(\eta^{(k)}, \eta_1^{(k)})$, et Θ la fonction connue dont les arguments sont les intégrales $u^{(i)}$. Considérons la fonction

$$\Theta_{(1)} = w^{(1)}\Theta + D_{\zeta^{(1)}}\Theta,$$

le symbole $D_{\zeta^{(1)}}\Theta$ désignant la dérivée de la fonction Θ par rapport à x, où l'on convient de remplacer les variables x et y par $\zeta^{(1)}, \zeta_1^{(1)}$, mais seulement dans les dérivées des intégrales $u^{(i)}$. En se rappelant que la dérivée de $u^{(i)}$, où l'on a opéré cette substitution, est une période normale a_{1i} de l'intégrale $w^{(1)}$, on aura ainsi

$$D_{\zeta^{(1)}}\Theta = \sum_{i=1}^{i=p} a_{1i} \frac{\partial\Theta[(u^{(i)}(x)]}{\partial u^{(i)}(x)}.$$

» Faisons maintenant sur la fonction $\Theta_{(1)}$ les mêmes opérations que nous venons de faire sur Θ, et posons

$$\Theta_{(2)} = w^{(2)}\Theta_{(1)} + D_{\zeta^{(2)}}\Theta_{(1)},$$

en entendant par $D_{\zeta^{(2)}}\Theta_{(1)}$ la dérivée de $\Theta_{(1)}$ par rapport à x, avec la convention que l'on remplace x et y par $\zeta^{(2)}, \zeta_1^{(2)}$ dans les dérivées de $u^{(i)}$ et de $w^{(1)}$. En continuant ainsi, on introduira à chaque opération une nouvelle intégrale w, et l'on arrivera à une fonction $\Theta_{(r)}$, définie par l'égalité

$$\Theta_{(r)} = w^{(r)}\Theta_{(r-1)} + D_{\zeta^{(r)}}\Theta_{(r-1)}.$$

On démontre que cette fonction $\Theta_{(r)}$ est symétrique par rapport aux intégrales $w^{(h)}$ qui y entrent.

» Supposons enfin que, dans tout ce qui précède, on remplace la fonction Θ par la fonction $\Theta^{(q)}$, dont je me suis occupé dans une Communication antérieure (*Comptes rendus,* séance du 23 février 1880), on arrivera de la même façon à une fonction $\Theta_{(r)}^{(q)}$, qui ne dépend de la variable x que par

l'intermédiaire des p intégrales $u^{(i)}$, des q intégrales $v^{(k)}$ et des r intégrales $w^{(h)}$, et qui est une fonction holomorphe de ces $p+q+r$ quantités considérées comme variables indépendantes.

» En nous plaçant dans la première hypothèse, la fonction

$$\Theta_{(r)}^{(q)}(u^{(i)} - G_i, v^{(k)} - g_k, w^{(h)} - \gamma_h),$$

où G_i, g_h, γ_h sont des constantes, a les propriétés suivantes, que je me contente d'énoncer :

» 1° Elle admet pour pôles ceux des intégrales $w^{(h)}$.

» 2° Elle devient infinie avec les intégrales $v^{(k)}$, et peut être représentée aux environs du point $(\xi^{(k)}, \xi_1^{(k)})$ par le produit $M(x - \xi^{(k)})^{-\frac{1}{2}}$, M étant une fonction développable suivant les puissances entières et positives de $x - \xi^{(k)}$. Il en est de même aux environs du point $(\eta^{(k)}, \eta_1^{(k)})$.

» 3° Elle admet $p+q+r$ zéros.

» 4° Les zéros satisfont aux équations

$$\sum_{j=1}^{j=p+q+r} u^{(i)}(x_j) - G_i \equiv C_i \quad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

$$\sum_{j=1}^{=p+q+r} v^{(k)}(x_j) - g_k \equiv D_k \quad (k = 1, 2, \ldots, p),$$

$$\sum_{j=1}^{j=p+q+r} w^{(h)}(x_j) - \gamma_h \equiv E_h \quad (h = 1, 2, \ldots, r),$$

les quantités C_i, D_k, E_h étant des constantes indépendantes de G_i, g_k, γ_h. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les expéditions polaires internationales.* Note de M. **Mascart**.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* de la dernière séance, au sujet des grandes expéditions arctiques entreprises par une Commission internationale, M. Faye considère ces projets comme peu utiles, et exprime le regret qu'en ce qui concerne la France ils n'aient pas été soumis à l'Académie.

» J'ai eu l'honneur d'assister, comme représentant de la France, aux diverses conférences qui ont eu lieu, et j'ai transmis à M. le Ministre de l'Instruction publique, dont j'étais le délégué, le vœu émis par la Commis-

sion que la France prenne part à cette entreprise, en organisant une expédition dans une des mers du Sud. M. l'amiral Cloué, ministre de la Marine, à qui ce vœu a été transmis, s'est montré disposé à donner son concours, et il a décidé, après examen, que la station du cap Horn était celle qu'il était le plus facile d'habiter, pour un séjour d'une année, en se rapprochant le plus possible du pôle Sud.

» Je n'avais pas qualité pour soumettre ces projets à l'Académie; cependant j'ai adressé à M. le Président une Lettre qui a été indiquée dans les *Comptes rendus* de la séance du 9 mai 1881. En communiquant à M. le Président les Procès-verbaux des conférences, je le priais d'examiner si les expéditions organisées pour observer le prochain passage de Vénus ne pourraient pas contribuer, au moins en partie, à l'exécution du programme relatif à la Physique du globe préparé par la Commission internationale.

» J'ajoutais encore que l'Angleterre ne s'est pas désintéressée de ce projet, puisqu'elle se dispose à installer un observatoire temporaire dans un des forts situés au nord du Canada. Sans compter les deux stations organisées par les États-Unis, et les observatoires permanents qui existent à la surface du globe, les nations d'Europe qui seront représentées dans cette œuvre commune par des expéditions spéciales sont, dès à présent, l'Angleterre, les Pays-Bas, l'Autriche, l'Allemagne, la Russie, le Danemark, la Norvège et la Suède.

» J'ai trop de respect pour l'autorité de M. Faye dans les questions qui touchent à la Physique du globe pour discuter son appréciation sur les résultats probables des observations, au point de vue météorologique, et sur l'utilité bien des fois signalée déjà d'une communication télégraphique avec les Açores; mais je dois faire remarquer qu'il ne s'agit pas de déterminer le lieu de formation et la marche des cyclones, que le but principal de l'entreprise actuelle est l'étude du magnétisme terrestre et de tous les phénomènes qui s'y rattachent, et qu'à ce point de vue l'importance des stations dans les régions polaires ne paraît pas douteuse. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les méthodes de comparaison des coefficients d'induction.* Note de M. **Brillouin.**

« Les conditions qu'exigent la commodité des expériences et leur calcul numérique en valeurs absolues sont souvent contradictoires, et l'on se crée, en voulant les satisfaire à la fois, des difficultés insurmontables, que l'usage

de méthodes de comparaison fait disparaître. Ayant trouvé dans le *Traité d'électricité* de Maxwell l'indication succincte de méthodes de comparaison des coefficients d'induction des bobines, j'ai entrepris d'étudier les conditions dans lesquelles ces méthodes sont sensibles et exactes. La publication du Mémoire de Lord Rayleigh, sur la détermination de l'ohm, arrivée au cours de mes expériences, m'a semblé en confirmer l'intérêt et l'à-propos.

» Les méthodes dont il s'agit sont fondées sur l'emploi des courants induits par variations d'intensité. Lorsque, à travers un certain fil, on rend nulles à la fois l'intensité du courant permanent et la quantité d'électricité totale du courant instantané produit par l'ouverture ou la fermeture de la pile, il existe, entre les coefficients d'induction d'une partie des bobines du circuit et leurs résistances, une relation homogène séparément par rapport aux coefficients d'induction et par rapport aux résistances. Sous certaines conditions, deux coefficients d'induction subsistent seuls, et leur rapport est donné par un rapport de résistances. Un galvanomètre sensible, des boîtes de résistances bien graduées en unités quelconques, et aussi rigoureusement que possible dépourvues de coefficient d'induction sur elles-mêmes, tels sont les instruments essentiels.

» On peut avoir à comparer :

» 1° Les coefficients d'induction mutuelle de deux paires de bobines différentes ;

» 2° Le coefficient d'induction mutuelle d'une paire de bobines au coefficient d'induction propre de l'une d'elles ;

» 3° Les coefficients d'induction propre de deux bobines distinctes.

» Il en résulte trois méthodes différentes : la première est la plus connue, bien qu'elle n'ait été généralement employée que sous sa forme la plus simple, à la constatation de l'égalité des deux coefficients, ou de leur inégalité produite par l'introduction de différentes substances à l'intérieur de l'une des paires de bobines.

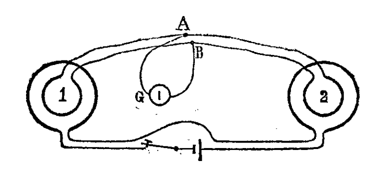
» Je l'ai appliquée à l'étude de deux appareils, dans lesquels le coefficient d'induction mutuelle de deux bobines est variable suivant une loi connue, les résistances restant constantes; appareils au moyen desquels il me sera peut-être possible de simplifier l'usage des deux dernières méthodes.

» Le premier appareil est formé d'une bobine inductrice intérieure et d'une bobine induite extérieure. Le fil dont celle-ci est couverte n'est pas simple : c'est une corde de 20 fils isolés, légèrement tordus ensemble, et maintenus côte à côte par un large ruban de soie. Le coefficient d'induction

entre la bobine intérieure et un quelconque des 20 fils est alors le même, M. Au moyen d'un commutateur à clef, on peut faire que le courant induit traverse $20 - p$ des fils dans un sens, et les p autres en sens opposé. Le coefficient d'induction entre la bobine et les 20 fils ainsi réunis est $(10 - p)2M$; et, comme ces fils sont toujours réunis bout à bout, leur résistance est la même, quel que soit p.

» Le deuxième appareil est formé d'une bobine inductrice extérieure cylindrique, sur laquelle un gros fil est très régulièrement enroulé. Une petite bobine intérieure, couverte de fil fin, est placée au centre de la première, et peut tourner autour d'un axe dirigé suivant un diamètre commun aux deux bobines. L'angle des axes de figure des deux bobines cylindriques peut être lu au dixième de degré sur un cercle divisé extérieur. Leur coefficient d'induction mutuelle serait rigoureusement proportionnel au cosinus de cet angle, si la bobine extérieure était infiniment longue. La même loi est encore approchée en choisissant convenablement les dimensions, et cet appareil pourra servir à fractionner, d'une manière continue, l'unité dont le premier appareil fournit des multiples. Dans leur construction, on a évité toute masse de fer, et même toute masse importante de métal conducteur capable de compliquer les effets d'induction.

» Voici maintenant la méthode de comparaison telle que l'a indiquée Maxwell : les deux bobines inductrices sont sur le même circuit, comprenant la pile et un interrupteur. Les deux bobines induites (1) et (2) sont attelées dans le même sens, et le galvanomètre G forme entre elles une dérivation AB, comme l'indique la figure.



» Entre la bobine la plus puissante et le galvanomètre on ajoute un rhéostat, qu'on règle de manière que l'ouverture et la fermeture du circuit inducteur ne produisent aucune impulsion au galvanomètre. Les équations de l'état variable du circuit induit, seul, donnent alors

$$\frac{M_1}{r_1} = \frac{M_2}{r_2},$$

M_1, M_2 étant les coefficients d'induction mutuelle respectifs des appareils (1) et (2), r_1 et r_2 les résistances de leurs circuits induits, jusqu'aux points

d'attache du galvanomètre. Les déviations de ce galvanomètre de Thomson étaient lues en pointant avec une lunette les divisions d'une échelle réfléchies par le miroir. On pouvait apprécier sûrement le dixième de division de l'échelle, grâce à la stabilité de l'installation et à quelques précautions de réglage qu'il serait trop long de décrire. Dans toutes les expériences de mesure, tant des résistances que des coefficients d'induction, on a maintenu dans la salle une température stationnaire comprise entre 16° et 16°,5 au plus, et, par une correction calculée au moyen d'expériences auxiliaires, on a ramené toutes les mesures à une même température de 16°,1. Cette précaution essentielle est la plus difficile à réaliser dans une salle qui n'est pas installée convenablement.

RÉSULTATS.

$10-p$.	$\frac{2M_1(10-p)}{M_2}$.
1..........	1,486 ± 0,001
2'.........	2,970 ± 0,002
2''.........	2,971 ± 0,002
5..........	7,433 ± 0,003

1er APPAREIL.

Rapports.

$\frac{2}{1}$.....	1,9985	$\frac{1}{10}$.....	0,099985
$\frac{5}{1}$.....	5,0014	$\frac{2}{10}$.....	1,9984
$\frac{5}{2}$.....	2,5016	$\frac{5}{10}$.....	5,0013

» Les multiples de 2M sont donc exacts, avec une erreur relative moindre que $\frac{1}{600}$. Quant aux expériences, l'indication des limites d'erreurs probables montre qu'une précision de $\frac{1}{1000}$ est facilement atteinte.

2e APPAREIL.

Angles.	$\frac{M_1}{M_0}$ observé.	$\frac{M_1}{M_1}$ calculé.	O — C en unités du dernier ordre.
10.....	0,0911	0,0916	— 5
20.....	0,1797	0,1806	— 9
30.....	0,2635	0,2640	— 5
40.....	0,3390	0,3394	— 4
50.....	0,4042	0,4045	— 3
60.....	0,4570	0,4572	— 2
70.....	0,4966	0,4962	+ 4
80.....	0,5211	0,5200	+11
90.....	0,5297	0,5281	+16

» Toutes les différences sont inférieures à $\pm\frac{16}{5281}$ ou $\frac{1}{300}$ de la valeur maximum, et elles peuvent être attribuées, en grande partie, à l'insuffisance de précision de la mesure des angles. Des appareils analogues, sinon iden-

tiques à ceux que j'ai fait construire, conviendraient donc parfaitement au but que je m'étais proposé. »

PHYSIQUE. — *Sur les chaleurs spécifiques des gaz aux températures élevées.* Note de MM. **Mallard** et **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Les chaleurs spécifiques des gaz jouent un rôle important dans les applications pratiques et dans les spéculations théoriques : cependant elles ne sont encore connues que dans des limites de température très restreintes, entre 0° et 200°. Le procédé expérimental que nous avons eu l'honneur de soumettre à l'Académie dans sa dernière séance nous a permis de déterminer, avec une certaine précision, les valeurs, à des températures très élevées, oscillant autour de 2000°, des chaleurs spécifiques moyennes, à volume constant, pour l'acide carbonique, la vapeur d'eau, l'azote, l'oxygène, l'oxyde de carbone et l'hydrogène.

» En faisant détoner dans notre cylindre un mélange gazeux de composition connue, le style du manomètre inscrit sur le cylindre tournant une courbe dont les abscisses sont les temps, et les ordonnées représentent la pression existant dans le cylindre à un moment quelconque. La pression maxima relevée sur cette courbe ne donne pas la valeur de la pression théorique qui serait due à la combustion, car il s'est produit une perte de chaleur entre le moment où la combustion a commencé et celui où le style a atteint le point extrême de sa course. Mais, en s'aidant de la connaissance de la loi du refroidissement que nous avons fait connaître dans notre précédente Communication, on arrive à comprendre la pression que développerait la combustion s'il n'y avait aucune perte de chaleur entre deux nombres suffisamment rapprochés pour qu'on puisse considérer cette donnée comme connue avec une erreur relative inférieure à $\frac{1}{20}$ dans les cas les plus défavorables.

» Lorsqu'il n'y a pas de dissociation, la pression développée par la combustion donne immédiatement la température de combustion. Nous avons déjà dit avoir constaté que, pour l'acide carbonique, la dissociation ne commence à se manifester dans nos expériences, c'est-à-dire à prendre une valeur de quelques centièmes, que vers 1800°; cela est d'accord, au reste, avec les expériences de Sainte-Claire Deville et celles de M. Crafts. Pour la vapeur d'eau et l'oxyde de carbone, nous n'avons pu constater aucune trace appréciable de dissociation, même à des températures dépassant 2000°.

» Il résulte de ces faits qu'en faisant brûler dans le cylindre un mélange formé par le gaz tonnant d'oxyde de carbone et d'oxygène additionné d'une proportion d'acide carbonique telle, que la température de la combustion soit inférieure ou égale à 1800°, la détermination de cette température fait connaître la chaleur spécifique moyenne à volume constant de l'acide carbonique entre cette température et 0°.

» D'un certain nombre de déterminations concordantes, nous avons pu conclure que cette chaleur spécifique, rapportée à l'équivalent 44, est représentée par le nombre 12,6. Les nombres de Regnault, combinés avec les récentes observations de M. Wüllner sur le rapport des deux chaleurs spécifiques, fixent à 6,3 la valeur de cette chaleur spécifique à 0°, avec un accroissement de 0,055 pour 1°. L'accroissement qui se déduit du nombre trouvé par nous est de 0,038. La chaleur spécifique moyenne à volume constant de l'acide carbonique croît donc, au moins jusque vers 2000°, d'une manière continue avec la température, mais le taux de l'accroissement diminue à mesure que l'on s'éloigne de 0°. On peut représenter cette chaleur spécifique par la formule

$$C = 6,3 + 0,00564\,t - 0,00000108\,t^2,$$

qui donne un maximum de 13,7 à 2160°. Il est bien vraisemblable que cette formule ne représente correctement la chaleur spécifique qu'au-dessous de 2000°, et que celle-ci tend, lorsque la température augmente, vers une limite voisine de 13,7.

» En mélangeant au gaz tonnant d'oxyde de carbone des proportions variables d'azote, d'oxygène ou d'oxyde de carbone, on constate que la température de combustion ne change pas lorsqu'on remplace un volume quelconque de l'un de ces gaz par un égal volume de l'un des autres. Des observations analogues peuvent être faites en expérimentant sur des mélanges d'air, d'oxygène ou d'hydrogène avec le gaz tonnant d'hydrogène. On en conclut donc avec certitude que les chaleurs spécifiques de l'hydrogène, de l'azote, de l'oxygène et de l'oxyde de carbone, qui sont égales entre elles à 0°, le sont encore à des températures dépassant 2000°.

» En comparant entre elles deux expériences donnant la même température de combustion, mais faites d'une part avec le mélange tonnant d'oxyde et de carbone additionné d'une certaine proportion d'un gaz simple; d'autre part, avec le mélange tonnant d'hydrogène additionné d'une proportion différente d'un gaz simple, on peut déterminer, à la température de l'expérience, la chaleur spécifique de la vapeur d'eau, connaissant

celle de l'acide carbonique. D'un certain nombre de comparaisons semblables, nous avons conclu que la chaleur spécifique moyenne de la vapeur d'eau, rapportée à l'équivalent 18, est de 11,5 à 1600°.

» Les nombres de Regnault combinés avec ceux de M. Winkelmann donnent pour cette chaleur spécifique la valeur de 5,91 à 0°, avec un accroissement de 0,0375 pour 1° de température.

» On en déduit que la chaleur spécifique moyenne à volume constant de la vapeur d'eau entre 0° et t° est représentée par la formule

$$c = 5,91 + 0,00376\,t - 0,000\,000\,155\,t^2.$$

» L'exactitude des déterminations des chaleurs spécifiques de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique a été vérifiée par des expériences faites en ajoutant de l'acide carbonique au mélange tonnant d'hydrogène. Lorsque la proportion d'acide carbonique ajoutée est de $1^{vol},05$ pour 1^{vol} de vapeur d'eau formée, la température mesurée est de 2080°, ce qui conduit, en admettant que la chaleur spécifique de la vapeur d'eau est bien celle que nous avons déterminée, à une valeur de 14,1 pour celle de l'acide carbonique. La valeur donnée par notre formule est de 13,7. L'erreur relative n'est que de 3 pour 100.

» En portant les valeurs trouvées pour les chaleurs spécifiques de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau dans les expériences très nombreuses que nous avons faites avec des mélanges tonnants d'oxyde de carbone ou d'hydrogène additionnés de proportions variables de l'un des gaz simples, on s'assure que les chaleurs spécifiques de ces gaz croissent d'une manière continue avec la température, tout en restant égales entre elles. D'une quinzaine d'observations concordantes on conclut que la chaleur spécifique moyenne de ces gaz, rapportée à l'équivalent, est représentée entre 0° et t° par la formule

$$c = 5 + 0,000\,62\,t^2.$$

» L'accroissement de la chaleur spécifique est ainsi de 2,5 à 2000°. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité des sulfates de baryte et de strontiane dans l'acide sulfurique concentré.* Note de MM. **Eug. Varenne** et **Pauleau**, présentée par M. Chatin.

« Nous nous sommes proposé de chercher si le coefficient de solubilité des sulfates de baryte et de strontiane est constant, ou subit des variations

suivant les conditions de concentrations et de masses des solutions mises en présence.

» Nous avons opéré d'abord comparativement sur des solutions exactement titrées de chlorure et d'azotate de baryum.

» La première solution contenait $5^{gr},0235$ de chlorure par litre; la seconde, $5^{gr},175$ d'azotate. L'acide sulfurique employé renfermait $\frac{91}{100}$ de SO^4H^2, soit $74\frac{28}{100}$ de SO^3. Pour opérer, on versait l'acide dans la solution jusqu'à la disparition du précipité, et l'on répétait l'essai en versant, au contraire, la solution dans l'acide jusqu'à formation d'un trouble persistant. Les résultats sont concordants dans l'un et l'autre cas.

» Nous avons ainsi constaté que, quelles que soient les masses de solution saline mises en jeu, le coefficient de solubilité semble constant aussi bien pour l'azotate que pour le chlorure. En effet, des volumes 1, 2, 3, 4, 5, 10, 20 fois plus grands de solution ont exigé, pour se dissoudre, des quantités 2, 3, 4, 5, 10, 20 fois plus grandes d'acide.

» Quant au coefficient de solubilité ainsi déterminé, on trouve qu'il faut

	Acide à $\frac{91}{100}$ de SO^4H^2.
Pour 1^{gr} de sulfate précipité de l'azotate............	1519^{gr}
Pour 1^{gr} » de chlorure...........	3153^{gr}

» Il y a, comme on le voit, une différence sensible suivant que le sulfate est précipité du chlorure ou de l'azotate, puisqu'elle est presque du double dans le cas du chlorure. Cette différence tient évidemment à l'acide azotique mis en liberté dans le cas de l'azotate.

» La solubilité du sulfate de strontiane est également constante, quelles que soient les masses mises en expérience, et le coefficient, déduit d'expériences faites sur une solution de chlorure de strontium, est de

1256^{gr} d'acide à $\frac{91}{100}$ de SO^4H^2 pour 1^{gr} de sulfate.

» On peut remarquer, en comparant les coefficients de solubilité des sulfates de baryte et de strontiane, qu'ils sont assez sensiblement proportionnels aux équivalents de ces bases.

» Nous espérons revenir prochainement sur l'influence que peuvent apporter, d'une part, le degré de concentration de l'acide; d'une autre, celui de la solution saline (¹). »

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire d'analyses de l'École supérieure de Pharmacie, sous la direction de M. L. Prunier.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Procédés de cuivrage direct de la fonte, du fer et de l'acier*. Note de M. F. Weil. (Extrait.)

« Mes procédés de cuivrage direct et adhérent de la fonte, du fer et de l'acier, et dont M. Dumas a entretenu l'Académie dès le début de l'invention, ont donné des résultats qui ont justifié les espérances que l'on en avait conçues.

» Les fontes et fers cuivrés selon mes procédés ont résisté, depuis plus de dix années, sans avoir exigé ni réparations ni retouches, à toutes les intempéries, grâce à la solide adhérence du cuivre déposé, sans couches intermédiaires.

» L'homogénéité des dépôts donne aux pièces cuivrées la valeur artistique du bronze, ce qui est dû à la reproduction des détails les plus délicats de l'ornementation. Le contraire a lieu quand on cuivre les fontes par le procédé ordinaire de la galvanoplastie, c'est-à-dire après les avoir empâtées de plusieurs couches successives de vernis, de minium et de plombagine.

» Les bains alcalino-organiques, au moyen desquels s'exécute ce cuivrage, présentent des avantages considérables sur les bains alcalins, usités en électrochimie.

» Les cyanures, qui sont nuisibles à la santé des ouvriers, et qui augmentent considérablement le prix de revient du cuivrage, non seulement par leur prix élevé, mais encore par la nécessité de les renouveler par de fréquentes additions, sont remplacés par des acides organiques ou par de la glycérine, matières à bon marché, et qui ont l'avantage de ne pas être décomposées. Les bains n'exigent ainsi aucun renouvellement en matières organiques et servent continuellement, pourvu qu'on les alimente convenablement d'oxyde de cuivre. Enfin, la propriété bien connue des solutions alcalino-organiques, de dissoudre facilement et rapidement l'oxyde de fer sans attaquer le fer métallique, rend toujours parfait le décapage des pièces, car le bain lui-même achève le décapage de la pièce avant de la cuivrer.

» Le cuivrage s'exécute de trois manières différentes, selon les conditions locales, les dimensions et les diverses applications des objets à cuivrer.

» Le premier moyen consiste à plonger les pièces dans le bain au contact de fils de zinc. Le cuivrage a lieu immédiatement et garantit ensuite le

métal sous-jacent de l'attaque des acides. Selon l'alcalinité du bain et la destination des objets à cuivrer, il exige un temps variable de quelques minutes à quelques heures.

» Le deuxième moyen, qui a été employé avec grand succès au cuivrage des candélabres d'une grande ville, consiste à placer des vases poreux dans la cuve contenant le bain alcalino-organique de cuivre et les objets à cuivrer à épaisseur moyenne. Ces vases poreux sont remplis d'une lessive de soude caustique, dans laquelle plongent des plaques de zinc mises en communication avec les pièces à cuivrer par un gros fil de cuivre. La lessive de soude sert continuellement; car, dès qu'elle est à peu près saturée d'oxyde de zinc, on la traite par du sulfure de sodium, qui régénère la soude caustique, tout en précipitant du sulfure blanc de zinc, que l'on vend à de bonnes conditions. Ce cuivrage à épaisseur moyenne, tel qu'il convient aux candélabres, n'exige que peu de temps.

» Le troisième moyen, que j'ai déjà appliqué, en 1869, conjointement avec M. Achard, consiste à cuivrer les divers objets, à faible, moyenne ou très forte épaisseur, au moyen des mêmes bains et d'une machine dynamo-électrique (1).

» Les bains, ainsi qu'il a déjà été dit, n'exigent que l'addition d'une quantité déterminée d'oxyde de cuivre de temps en temps. Les bains à peu près épuisés en cuivre sont titrés au moyen d'un procédé de mon invention. On n'a qu'à introduire 10^{cc} du bain dans un matras en verre blanc, ajouter environ 30^{cc} à 40^{cc} d'acide chlorhydrique pur, porter à l'ébullition et verser dans la solution jaune-verdâtre, jusqu'à décoloration complète du protochlorure d'étain titré. Le volume du chlorure d'étain employé à cet effet indique exactement la quantité de cuivre renfermée dans le bain. On n'a plus qu'à y ajouter l'oxyde de cuivre hydraté qui lui manque (2). »

---

(1) M. Weil met sous les yeux de l'Académie, conjointement avec divers objets cuivrés par ses procédés, depuis dix ans, à faible, moyenne et forte épaisseur, un nécessaire renfermant les appareils, les liqueurs titrées et une instruction pratique, avec des Tables de calcul au moyen desquelles on détermine, en quelques minutes, la quantité exacte de cuivre renfermée dans les bains alcalino-organiques.

(2) M. Weil dépose tous les métaux, tels que nickel, cobalt, antimoine, étain, etc., sur fonte, fer et d'autres métaux. Il emploie à cet effet des bains alcalino-organiques, d'une composition analogue à celle de son bain de cuivrage, et l'exécution du procédé se fait exactement par l'un ou l'autre des trois moyens décrits pour le cuivrage.

ÉLECTRICITÉ. — *Pile de poche à éléments articulés.* Note de M. **Pulvermacher**, présentée par M. Th. du Moncel.

« Une pile de poche à haute tension semble appelée à rendre des services à l'Électrothérapie. Ma chaîne-batterie n'atteignait pas complètement ce but; j'ai été amené à lui donner la forme d'une sorte de crémaillère à longues dents, dans laquelle la barre de la crémaillère est représentée par l'articulation de la chaîne, et les dents par les éléments eux-mêmes.

» La chaîne est formée de cylindres creux, en cuivre doré, dont une partie constitue le maillon et l'autre l'élément. Ce cylindre est, à une extrémité et aux deux tiers de sa longueur, muni de deux bras horizontaux qui, au moyen d'une entaille circulaire, viennent se joindre au cylindre voisin et forment ainsi l'articulation.

» Des rondelles de matière isolante, munies d'une portée et placées l'une à l'extrémité du cylindre, l'autre dans l'entaille, portent au centre un trou occupé par un petit tube de cuivre, servant de rivet pour les bras, et complétant ainsi l'articulation. Ce sont ces rondelles isolantes qui, servant de point d'appui aux cylindres creux, s'engrènent l'une sur l'autre lorsque la chaîne est roulée et permettent ainsi de faire un bloc compact sans déformation possible. Un lien de caoutchouc, engagé dans les rondelles extérieures, sert à fixer définitivement le bloc.

» Les deux tiers du cylindre creux de cuivre doré constituent le pôle négatif de l'élément; le pôle positif est formé d'une tige fendue, en fer étamé, s'engageant dans le tube servant de rivet, dont il a déjà été parlé. Sur cette tige fendue sont enroulés des fils de zinc en spirale, entourés par un fil de coton ou d'amiante, qui les isole de tout faux contact avec le cuivre. Quand le zinc est usé, il est facile de le retirer et de le remplacer par un neuf.

» En diminuant la longueur du cylindre creux de cuivre, et en y engageant un cylindre de charbon pour remplacer la partie de cuivre servant d'élément négatif, on obtient les avantages inhérents à l'emploi du charbon; on peut donc amalgamer les zincs et charger la pile en la trempant dans l'acide chromique, etc.

» Une boîte imperméable, permettant de porter la pile dans la poche, sert de récipient au liquide, dans lequel on trempe, à hauteur convenable, la pile qui se charge ainsi par absorption. »

» Les fils conducteurs doivent être terminés par une sorte de ferret métallique, qui se fixe dans le tube servant de rivet, au centre du cylindre de cuivre. On peut ainsi graduer, élément par élément, la puissance du courant, en fixant le bout des fils conducteurs dans des trous plus ou moins éloignés. »

CHIMIE. — *De la décomposition de l'eau par les effluves électriques en présence de l'azote.* Note de MM. **Dehérain** et **Maquenne**, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons montré, dans deux Notes insérées aux *Comptes rendus*, que, sous l'influence de certaines effluves électriques, la vapeur d'eau se décompose en ses éléments : ces expériences ont été faites dans le vide de la trompe, c'est-à-dire dans une atmosphère uniquement formée de vapeur d'eau à faible tension; il était intéressant de rechercher si cette décomposition pouvait encore se produire dans une atmosphère gazeuse, et particulièrement si l'azote serait susceptible, dans ces conditions, de s'unir aux produits gazeux du dédoublement.

» La première série d'expériences que nous allons rapporter a été exécutée à l'aide de l'appareil précédemment décrit (1), dans lequel l'armature intérieure est constituée par un fil de platine soudé dans le verre aux deux extrémités. Ce tube, qui donne surtout les effluves en écouvillon (2), dans une atmosphère sèche, semble, en présence de l'eau liquide, fournir une manifestation électrique qui se rapproche beaucoup des étincelles vives : le mélange d'hydrogène et d'oxygène y détone toujours instantanément, dès que la tension électrique acquiert une valeur relativement peu élevée; la décomposition de l'eau dans le vide s'y observe plus aisément qu'avec tous les autres appareils.

» *Expérience I.* — Azote pur en présence de quelques gouttes d'eau. Longueur de l'étincelle, $0^m,025$. Gaz introduit, 25^{cc} (3). Gaz final, $26^{cc},6$ contenant : azote, $25^{cc},8$; hydrogène, $0^{cc},8$. L'eau de lavage du tube présente une réaction nettement acide; elle colore vi-

---

(1) *Comptes rendus,* 28 novembre 1881.

(2) C'est par suite d'une erreur que nous avons attribué la découverte de cette forme diffuse à M. Hautefeuille; elle a été observée par MM. Hautefeuille et Chappuis.

(3) L'azote a été préparé par le chlorure cuivreux et l'air. Tous les volumes de gaz sont ramenés par le calcul à $0°$ et 769^{mm} de pression.

vement le mélange de sulfate de fer et d'acide sulfurique; il y a donc eu formation d'acide azotique libre. L'expérience a duré deux jours [1].

» *Expérience II.* — Azote pur et eau, avec quelques centigrammes de chaux éteinte. Gaz primitif, $25^{cc},9$. Gaz final, $26^{cc},75$, contenant : azote, $25^{cc},6$, et hydrogène, $1^{cc},15$. On constate la formation de nitrate de chaux.

» *Expérience III.* — Azote pur, en présence de réactif amylo-ioduré. Gaz primitif $25^{cc},15$. Gaz final, $26^{cc},2$, contenant : azote, 25^{cc}; acide carbonique, $0^{cc},2$, et hydrogène, $1^{cc},0$. L'expérience a duré deux jours; mais, cinq minutes après la mise en marche de la bobine, le réactif avait déjà bleui; peu à peu il s'est décoloré, et, à la fin de l'expérience, on a constaté la présence de l'acide nitrique dans l'eau de lavage du tube.

» *Expérience IV.* — Azote pur, en présence d'acide arsénieux humide. Gaz primitif, $25^{cc},75$. Gaz final, $26^{cc},8$, contenant : azote, $25^{cc},7$, et hydrogène, $1^{cc},1$. On constate la présence de l'acide arsénique et une trace d'ammoniaque : l'oxygène mis en liberté pendant la décomposition de l'eau s'est uni directement à l'acide arsénieux.

» Ces expériences établissent nettement le fait de la décomposition de l'eau, en présence d'un gaz étranger, à la pression normale; elles montrent de plus que, dans les conditions où nous nous sommes placés, l'électricité agit d'une manière toute spéciale et différente de l'effluve ordinaire; on sait, en effet, que l'effluve à haute tension détermine la combinaison directe de l'azote avec les éléments de l'eau, pour former de l'azotite d'ammoniaque.

» Il était, dès lors, curieux de rechercher si, sous cette nouvelle forme, l'électricité était encore capable de déterminer la fixation de l'azote sur les matières organiques, comme l'a montré M. Berthelot dans le cas de l'effluve à faible tension : les expériences suivantes démontrent qu'il en est encore ainsi.

» *Expérience V.* — Azote pur et dextrine sirupeuse. Gaz primitif, $25^{cc},6$. Gaz final, $27^{cc},75$, contenant : azote, $25^{cc},4$; acide carbonique, $0^{cc},4$, et hydrogène, $1^{cc},95$. La dextrine, calcinée avec de la chaux sodée, a donné un dégagement notable d'ammoniaque.

» *Expérience VI.* — Azote pur, avec un mélange de glucose et de potasse, préalablement bouillis ensemble. Gaz primitif, $25^{cc},75$. Gaz final, $30^{cc},3$, contenant : azote, $25^{cc},3$; hydrogène, $5^{cc},0$ et une trace d'un carbure non déterminé. La matière extraite du tube a donné un fort dégagement d'ammoniaque avec la chaux sodée.

» Ainsi les matières organiques peuvent encore fixer de l'azote dans ces conditions, mais en même temps l'eau est décomposée, et l'on voit apparaître de l'hydrogène en proportion notable.

---

[1] M. Berthelot a observé l'union de l'azote avec les éléments de l'eau, avec formation d'azotite d'ammoniaque, sous l'influence de l'effluve. (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 376.)

» Nous avons déjà insisté, à plusieurs reprises, sur les différences qui se manifestent entre les décharges électriques qui se produisent dans notre tube à fil de platine et celles qu'on obtient dans les autres appareils; nous pouvons encore en donner une preuve nouvelle.

» Toutes les expériences qui précèdent sont difficiles à réaliser dans les appareils à double enveloppe de verre de M. Berthelot, à moins qu'on ne diminue considérablement la pression du gaz intérieur.

» *Expérience VII.* — Azote pur, en présence de lait de chaux exempt de nitrates, dans un tube à effluves de M. Berthelot. La pression du gaz, saturé de vapeur d'eau, est abaissée jusqu'à 150^{mm} de mercure. Après quarante heures d'effluves, on recueille un gaz contenant 3 pour 100 d'hydrogène; le liquide extrait du tube donne les réactions des nitrates.

» En résumé, il nous semble établi, par toutes les expériences précédentes, que les appareils dans lesquels les échanges électriques ont lieu, à travers une ou deux enveloppes isolantes, peuvent produire non seulement l'effluve invisible, la lueur phosphorescente ou la pluie de feu, suivant la tension et la nature des gaz introduits dans les appareils, mais encore, lorsque les parois isolantes sont humides, une manifestation électrique très voisine de l'étincelle; cette nouvelle forme de l'effluve détermine la combinaison brusque de l'hydrogène avec l'oxygène, la décomposition de la vapeur d'eau, seule ou mélangée d'un gaz inerte; enfin, elle est susceptible d'unir l'azote, soit avec l'oxygène pour former de l'acide azotique, soit avec les matières carbonées qu'il transforme en produits complexes, décomposables seulement au rouge par les alcalis. La réaction si remarquable découverte par M. Berthelot se trouve ainsi étendue à toutes les formes des échanges électriques. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition des formiates métalliques en présence de l'eau. Production de quelques espèces minérales cristallisées.* Note de M. J. **Riban**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai l'honneur de présenter un travail d'ensemble sur ce sujet, dont j'ai publié autrefois les premières expériences (*Bulletin de la Société chimique*, t. XXVI, p. 98).

» Je chauffe les solutions aqueuses des formiates métalliques, d'un titre déterminé, en vase clos vide d'air, à la température de 175° et parfois de 100°. Les gaz qui peuvent se former sont recueillis sans perte sur la pompe à mercure et analysés avec l'appareil Doyère; on dose également l'acide régénéré. J'opérais de préférence avec des solutions salines très di-

luées pour accroître l'action saponifiante de l'eau et limiter la réaction inverse des composés qui prennent naissance. Ces expériences, outre qu'elles jettent quelque lumière sur le mécanisme délicat de la décomposition de ces sels, donnent un nouveau mode de formation de quelques espèces minérales cristallisées.

» La décomposition des formiates en présence de l'eau offre des résultats inattendus, mais en partie explicables, si l'on considère que, d'après les travaux classiques de M. Berthelot, l'acide formique est formé avec absorption de chaleur à partir du gaz carbonique et de l'hydrogène. Comme, dans l'action de l'eau sur ces formiates, une certaine dose d'acide formique, libre et très dilué, peut être engendrée à un instant donné, il était nécessaire d'étudier, au préalable, l'action de la chaleur seule sur des solutions très affaiblies de cet acide, comparables à celles qui vont prendre naissance dans les réactions. Voici les résultats obtenus sur 10^{cc} de solution d'acide formique à 2 pour 100, maintenus en vase clos durant vingt-quatre heures, à 175°.

	1° Bain horizontal.	2° Bain vertical.	
	I.	II.	III.
Acide carbonique	0,35	0,00	0,00
Hydrogène	0,39	0,00	0,00
Oxyde de carbone.....	1,18	0,36	0,24

» La dernière opération n'a porté que sur 5^{cc} de liquide. L'acide formique très dilué n'éprouve donc, à cette température, qu'une faible trace de décomposition, avec dégagement d'oxyde de carbone et accidentellement d'acide carbonique et d'hydrogène à volumes égaux.

» *Formiates métalliques.* — On chauffe, au bain d'huile horizontal, à 175°, dans des tubes scellés d'une même capacité (45^{cc}), et dans lesquels on a fait le vide, 10^{cc} des diverses solutions contenant chacune 5 pour 100 de sel cristallisé. Le Tableau ci-dessous résume l'ensemble des analyses des produits gazeux formés dans la décomposition :

	Potassium.	Sodium.	Ammonium.	Baryum.	Calcium.	Magnésium.	Manganèse.	Ferreux.	Cobalt.	Nickel.	Zinc.	Stanneux.	Plomb.	Cuivre.	Mercurique	Argent.
Durée de la chauffe...	41^{h}	41^{h}	41^{h}	41^{h}	41^{h}	41^{h}	41^{h}	41^{h}	41^{h}	41^{h}	41^{h}	41^{h}	75^{h}	72^{h}	98^{h}	96^{h}
	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc	cc
Acide carbonique	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	1,1	30,9	68,9	90,0	52,3	31,9	91,6	26,3	42,5
Hydrogène...........	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,3	0,3	1,3	27,4	24,0	105,5	52,7	72,3	48,7	0,5	19,3
Oxyde de carbone....	0,0	0,0	4,4	0,0	1,7	3,1	0,7	1,7	1,9	4,7	1,6	1,0	?	0,0	0,5	0,2

» L'absence de gaz, en ce qui concerne les sels de potassium et de sodium, montre que ces sels ne sont même pas dissociés au sein de l'eau à cette température; car de l'acide formique, mis en liberté et dilué, aurait dû donner quelque proportion d'oxyde de carbone ou d'acide carbonique et d'hydrogène. Il n'en est pas de même pour le sel d'ammoniaque que ces analyses nous représentent comme partiellement décomposé dans le liquide. Il manque, parmi les gaz qu'il dégage, une dose d'acide carbonique correspondante à celle de l'hydrogène formé; mais on la retrouve dans la solution à l'état de carbonate ammoniacal.

» Les mêmes considérations font voir que le formiate de baryte reste indécomposé, tandis que celui de chaux a déjà ses éléments constituants désunis à la même température et dans les mêmes conditions; mais il ne se forme pas de gaz carbonique.

» Les sels de la série magnésienne offrent des résultats plus tranchés. On voit sur le tableau que les trois premiers termes de cette série éprouvent un commencement de décomposition analogue avec dépôt correspondant d'une petite quantité d'oxydes : manganeux blanc, ferreux noir partiellement transformé en oxyde magnétique; quant à la magnésie, elle n'apparaît point, à cause de sa solubilité relative.

» La décomposition du sel ferreux donne déjà une proportion plus sensible d'acide carbonique et d'hydrogène qui dénote l'apparition prochaine dans la série d'une destruction plus complète. En effet, tous les sels qui suivent se scindent non seulement en oxyde métallique et acide régénéré, mais l'on trouvera, outre les traces d'oxyde carbone, *produit normal de la décomposition de l'acide formique en l'absence de tout corps étranger*, des quantités considérables de gaz carbonique et d'hydrogène résultant du deuxième mode de décomposition de cet acide par actions dites de *contact* $CH^2O^2 = CO^2 + H^2$. C'est ce que l'on observe avec les formiates de cobalt, de nickel, de zinc que j'énumère dans l'ordre décroissant de leur stabilité.

» Les deux premiers donnent, indépendamment de l'oxyde rose de cobalt et de l'oxyde anhydre de nickel, complètement exempts de carbonates, une forte proportion de cobalt et de nickel possédant l'éclat métallique et attirables à l'aimant, ce qui explique la disparition d'une partie du gaz hydrogène dont le volume, sans cette circonstance, devrait être égal à celui de l'acide carbonique.

» Le formiate de zinc est intégralement décomposé; il ne se forme pas de zinc métallique; le volume de l'acide carbonique est un peu inférieur

à celui de l'hydrogène, parce qu'une petite portion de cet acide forme dans le tube un carbonate de zinc très basique cristallisé.

» Le formiate stanneux donne du protoxyde d'étain noir et amorphe exempt d'étain métallique, de l'acide formique régénéré de l'acide carbonique et de l'hydrogène, cette fois exactement à volumes égaux, aucune action secondaire n'ayant absorbé l'un ou l'autre de ces gaz.

» Il faut admettre que, dans toutes ces réactions, les sels sont saponifiés par l'eau en acide formique et oxydes métalliques; ces derniers détruisent ultérieurement par action de contact le corps endothermique qui a pris naissance. On pourrait tenter d'autres explications de ces phénomènes et admettre notamment la formation transitoire de carbonates métalliques; mais cette hypothèse, simple et plus séduisante, ne me paraît pas résister à un examen approfondi.

» Le formiate de plomb se décompose d'une façon un peu différente; le volume de l'acide carbonique est moitié moindre que celui de l'hydrogène, et l'on trouve au fond des tubes du carbonate neutre de plomb, CO^3Pb, pur, cristallisé en prismes à six pans orthorhombiques. C'est la première fois, je crois, que ce corps est obtenu artificiellement par les procédés des laboratoires, qui ne fournissent d'ordinaire que des hydrocarbonates basiques amorphes.

» Il m'a donné à l'analyse : acide carbonique, 16,3 pour 100; oxyde de plomb, 83,7; au lieu de 16,6 et 83,5, exigés par la théorie.

» L'équation du phénomène est la suivante :

$$(CHO^2)^2Pb + H^2O = CO^3Pb + \underbrace{CO^2}_{2^{vol}} + \underbrace{4H}_{4^{vol}}.$$

» Les angles que j'ai mesurés sont ceux de la cérusite naturelle.

» Je traiterai dans une prochaine Communication des autres formiates. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'influence que la choroïde exerce sur l'acuité de la vision.* Note de M. **Fano**, présentée par M. Bouley.

« La plupart des physiciens et des physiologistes n'ont attribué à la choroïde que le rôle d'absorber, par sa couche de pigment, les rayons lumineux qui ont traversé la rétine, pour les empêcher d'être réfléchis de

nouveau d'arrière en avant. Ils ont comparé le pigment choroïdien à l'enduit noir que l'on étend dans l'intérieur des instruments d'optique.

» Nous pensons que la choroïde a un rôle plus important. En tant qu'organe essentiellement vasculaire, accolé à la rétine, elle est destinée à apporter à celle-ci la plus grande partie de ses éléments nutritifs. L'artère centrale de la rétine et ses branches sont insuffisantes pour entretenir les fonctions si actives de la membrane nerveuse de l'œil.

» Les physiologistes connaissent l'influence de la circulation sur le système nerveux. La perte du sentiment, dans la syncope, est la conséquence du défaut d'afflux du sang vers l'encéphale, par suite d'un arrêt momentané des battements du cœur. Après la ligature de la carotide primitive, quelques sujets ont présenté un trouble plus ou moins prononcé et plus ou moins durable de la vision, du côté correspondant à l'opération, ce qui s'explique par le trouble de la circulation ophthalmique. Les ophthalmologistes connaissent les effets produits par l'embolie de l'artère centrale de la rétine, laquelle embolie a pour conséquence d'abolir la circulation dans tous les vaisseaux qui se répandent sur la rétine. Il en résulte un obscurcissement de la vision qui s'éteint, le plus souvent, d'une manière définitive.

» Pour démontrer l'influence que la choroïde exerce sur les fonctions de la rétine, il faut étudier l'état de la vision chez les sujets atteints d'*atrophie choroïdienne*, lésion facile à reconnaître par l'examen ophthalmoscopique. Dans l'état normal, un sujet ne distingue pas seulement à la distance dite de la *vision distincte*, il voit encore en deçà et au delà de cette distance. C'est ce qu'on appelle *étendue en longueur de la vision distincte*. Cette étendue varie elle-même suivant l'acuité de la vision.

» Dans un travail présenté à l'Académie des Sciences, en mars 1878, j'ai indiqué les résultats obtenus, en mesurant, chez des sujets jeunes et doués d'une bonne acuité visuelle, l'étendue en longueur de la vision distincte, pour divers numéros de l'échelle de Jœger, c'est-à-dire pour des caractères imprimés de diverses grosseurs.

Pour le n° 20, cette étendue est de	....	7,485
Pour le n° 18, »	....	4,92
Pour le n° 14, »	....	2,225
Pour le n° 9, »	....	1,94
Pour le n° 2, »	....	0,14

» J'ai recherché, sur une série de sujets atteints d'atrophie choroïdienne,

l'étendue en longueur de la vision distincte pour ces mêmes caractères imprimés, et j'ai trouvé les chiffres suivants :

	Étendue en longueur de la vision distincte, chez des sujets atteints d'atrophie choroïdienne.	Étendue en longueur de la vision distincte, pour les mêmes caractères imprimés, chez des sujets ne présentant aucune lésion de l'œil.
Premier cas	5 cm	14 cm
Deuxième cas	13	222
Troisième cas	5	194
Quatrième cas	10	194
Cinquième cas	19	222
Sixième cas	4	222
Septième cas (œil gauche)	12	222
« (œil droit)	18	
Huitième cas (œil gauche)	13	222
» (œil droit)	14	
Neuvième cas (œil gauche)	103	222
» (œil droit)	9	
Dixième cas	14	492
Onzième cas	6	222

» Les sujets atteints d'atrophie choroïdienne sont généralement myopes. On peut donc objecter que chez eux le point *remotissimum* doit être moins éloigné que dans l'état normal. Mais si la faible étendue en longueur de la vision distincte tenait uniquement, chez eux, à un état particulier des milieux réfringents, on trouverait des verres concaves qui permettraient de ramener l'œil myope à l'état d'œil emmétrope, c'est-à-dire à l'état d'œil normal. Si, au contraire, ces mêmes verres concaves n'augmentent que de peu l'étendue en longueur de la vision distincte, il faudra expliquer ce déficit par l'existence des altérations de la choroïde.

» Sur trois sujets atteints d'atrophie choroïdienne, à divers degrés, j'ai cherché d'abord l'étendue en longueur de la vision distincte pour des caractères imprimés de l'échelle de Jœger; puis cette même étendue avec les verres correctifs les plus favorables. En comparant l'étendue en longueur de la vision distincte, pour ces mêmes caractères imprimés, chez des sujets ne présentant aucune altération de la choroïde, on trouve des différences sensibles, ainsi qu'on en juge par le tableau suivant :

	Étendue en longueur de la vision distincte, chez des sujets atteints d'atrophie choroïdienne.	Étendue en longueur chez les mêmes sujets, en leur faisant porter des verres correctifs.	Étendue en longueur, pour les mêmes caractères imprimés, chez des sujets ne présentant aucune lésion de l'œil.
	cm	cm	cm
Premier cas (œil gauche)....	38	52	222
» (œil droit).....	8	17	
Deuxième cas (œil gauche)..	30	111	222
» (œil droit)....	38	152	
Troisième cas (œil gauche)..	21	79	222
« (œil droit)....	25		

» D'après les données précédentes, on ne saurait mettre en doute l'influence exercée par la choroïde sur l'acuité de la vision. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la tétronérythrine dans le règne animal et sur son rôle physiologique*. Note de M. C. DE MEREJKOWSKI, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Quiconque a été au bord de la mer sait que la coloration en rouge est très fréquente parmi les animaux invertébrés et même les Poissons. Mais ce qui n'est pas aussi connu, c'est que, même les animaux colorés en jaune, brun, vert et noir ont presque toujours un pigment d'un rouge écarlate qui, dans ce cas, se trouve caché par d'autres pigments. Mes recherches ont démontré que ce pigment rouge est toujours la même substance, connue sous le nom de *tétronérythrine* et très répandue dans le règne animal, surtout chez les Invertébrés. Ainsi j'ai démontré sa présence dans presque tous les groupes des Cœlentérés [*Subérites*, *Axinella Chalina*, *Reniera*, *Eudendrium*, *Tubularia*, *Pennaria*, *Antennularia*, *Actinia* ([1]), *Cereactis*, *Aiptasia*, *Gorgonia*, *Astroïdes*], des Echinodermes (*Comatula*, *Echinaster*, *Asteriscus*, *Astropecten*, *Luidia*, *Chætaster*, *Ophioglypha*, *Ophiomyxa*, *Echinus*, *Toxopneustes*, *Strongylocentratus*, *Echinocardium*, *Holothuria*, *Cucumaria*); dans beaucoup de Vers (*Terebella*, *Serpula*, *Protula*, *Myxilla*, *Nephthys*, *Cerebratulus*, *Carinella*, *Drepanophoris*, *Myriozoon*, *Cellepora*, *Tubucellaria*; *Bugula*, *Eschara*, *Retepora*, *Phascolosoma*), de Crustacés (*Maja*, *Palæmon*, *Scyllarus*, *Crangon*, *Eupagurus*, etc.), de Mollusques (*Lima*, *Cardium*, *Donax*,

---

([1]) *Actinia mesembryanthemum* et *A. Cari* ont une variété de la tétronérythrine qui se distingue par sa couleur d'un carmin pur.

Tapes, etc.), de Molluscoïdes (*Fragarium*, *Amarutium*, *Leptoclinum*, *Botrylloïdes*, *Ascidia*, *Cynthia*), et enfin dans un grand nombre de Poissons (*Scorpaena*, *Apogon*, *Trigla*, *Hippocampus*, *Engraulis*, *Clupea*, *Scyllium*, etc.). En somme, c'est dans 104 espèces que nous avons trouvé la tétronérythrine.

» Comment expliquer le phénomène si remarquable que cette substance colorante soit si répandue chez les animaux inférieurs? Le fait de la grande extension de ce pigment dans le règne animal prouve qu'il doit bien sûrement jouer un rôle physiologique très important. Quel est ce rôle?

» Je crois pouvoir répondre à cette question par l'hypothèse suivante : le rôle que joue la tétronérythrine est le même que celui d'un autre pigment rouge, également très répandu, surtout parmi les animaux supérieurs : je veux parler de l'hémoglobine du sang; c'est-à-dire que, en vertu de sa grande affinité pour l'oxygène, la tétronérythrine servirait à la *respiration cutanée* des animaux inférieurs. En voici les preuves :

» I. *Distribution de la tétronérythrine dans les organes.* — 1° On la trouve de préférence à la surface du corps, dans les tissus de la peau qui sont en contact immédiat avec l'oxygène de l'eau; on ne la trouve jamais dans les tissus intérieurs; 2° les organes destinés à la respiration en sont souvent richement pourvus. C'est ainsi, par exemple, que dans les Annélides sédentaires (*Protula intestinum*, *Spirographis Spalanzani*, *Serpula uncinnata*), toute la masse de la tétronérythrine se trouve concentrée dans les branchies, tandis que le reste du corps n'en contient que des traces. En même temps, c'est dans ces branchies que se concentre la respiration. Aussi les branchies de ces Vers sont-elles ordinairement d'un rouge très vif. Les *poumons d'eau* des Holothuries, ainsi que leurs branchies ou tentacules, les branchies des Mollusques lamellibranches et de certains Crustacés, enfin le sac branchial et péribranchial des Ascidies, tous ces organes où se concentre la fonction respiratoire nous ont donné une quantité plus ou moins grande de tétronérythrine; 3° ce sont les organes qui, pour leur fonction, ont le plus besoin d'oxygène qui souvent sont les plus colorés. Ainsi, le pied musculeux des Lamellibranches est de tous les organes celui qui est le plus riche en tétronérythrine; cette matière se trouve aussi dans les muscles (*Cucumaria cucumis*, *Holothuria tubulosa*); or les muscles, comme on le sait, sont de tous les tissus ceux qui ont le plus besoin d'oxygène (P. Bert). En somme, partout où l'oxygène doit être fortement consommé par les tissus, nous voyons que ceux-ci renferment de la tétronérythrine. Passons au second ordre de preuves, tendant à démontrer que la tétronérythrine sert à la respiration.

» II. *Distribution de cette substance dans le règne animal.* — 1° Tous les animaux sédentaires sont plus souvent colorés en rouge vif et contiennent plus de tétronérythrine que les animaux errants. La raison en est simple : c'est que ces derniers, changeant continuellement de lieu, sont toujours entourés d'eau riche en oxygène, et, par conséquent, ont moins besoin d'une substance spéciale, destinée à augmenter la quantité d'oxygène absorbée par les tissus. Au contraire, aux animaux sédentaires une pareille substance est d'une très grande utilité. Eh bien! c'est ce que nous observons dans le règne animal : les éponges *Suberites, Axinella,* l'Alcyonaire *Gorgonia,* enfin l'*Astroïdes calycularis* et certaines Actinies sont d'un rouge écarlate et en même temps sont dépourvues de mouvement; au contraire, parmi les Cœlentérés libres, vivant à la surface de la mer, nous ne pourrions trouver un seul exemple pareil. Parmi les Vers, ce sont surtout les formes sédentaires qui sont richement pourvues de tétronérythrine; au contraire, dans les Annélides errantes nous n'en avons trouvé que rarement. Les Bryozoaires sont toujours très riches en cette matière colorante. Il en est de même parmi les Tuniciens. 2° Remarquons encore que la tétronérythrine se rencontre de préférence chez les Invertébrés, où manque l'hémoglobine; au contraire, dans les animaux supérieurs, on n'en trouve que par exception (*Tetrao, Phasianus*). L'un semble remplacer l'autre, ce qui prouverait encore leur fonction identique. En somme, nous arrivons encore une fois à cette conclusion, que partout où l'animal a le plus besoin d'oxygène, on trouve le plus de tétronérythrine.

» III. *Antagonisme entre la tétronérythrine et les cellules jaunes.* — Les animaux qui sont pourvus de *cellules jaunes* (Algues parasites) produisant dans les tissus de l'animal, comme l'a démontré M. Geddes, de l'oxygène libre sont dépourvus de tétronérythine ou n'en contiennent que fort peu. Dans les Siphonophores *Velella* et *Porpita*, ce pigment s'est transformé en une nouvelle substance bleue (qu'on peut appeler *vélelline*). L'*Anthea cereus,* toute remplie de cellules jaunes, ne contient pas non plus de tétronérythrine. La *Gorgonia verrucosa,* si riche en cette substance, se présente quelquefois sous une variété blanche ou verdâtre, qui en contient beaucoup moins que la variété rouge et, chose curieuse, cette variété verdâtre est en même temps remplie d'Algues parasites (Geddes). Amplement pourvue, à cause de cela, d'oxygène, cette variété a diminué la quantité de tétronérythrine normale.

» IV. Un morceau de papier teint en rouge par l'extrait éthéré de la tétronérythrine se décolore, comme on le sait, au Soleil, et la cause en est

probablement que l'oxygène de l'air s'unissant à la tétronérythrine donnerait un nouveau produit incolore.

» Du moins dans le vide (pas absolu), la décoloration n'avait lieu que très imparfaitement. Je ne cite ces dernières expériences qu'avec réserve, car je ne les ai qu'effleurées. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'origine des spermatozoïdes chez les Hydraires.* Note de M. A. DE VARENNE, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai eu l'honneur de présenter, dans une Note précédente, à l'Académie le résumé de mes recherches sur l'origine de l'œuf chez les Hydraires; je veux aujourd'hui lui communiquer les résultats auxquels m'ont conduit mes observations sur l'origine des produits sexuels mâles, dans le même groupe.

» Dans les espèces que j'ai observées, les cellules mères des spermatozoïdes apparaissent, non pas dans les gonophores, les bourgeons médusoïdes ou les méduses, comme on le croit jusqu'à présent, mais dans les tissus de la colonie elle-même, dans ce que Allman a appelé le *cœnosarc*. Weismann a décrit dernièrement le même phénomène pour le genre *Plumularia*, mais il pense qu'il se présente dans ce genre seulement pour les cellules spermatiques; j'ai le regret de ne pouvoir partager son opinion.

» Les trois espèces que j'ai étudiées sont : la *Campanularia flexuosa*, la *Gonothyræa Loveni* et la *Podocoryne carnea;* j'ai choisi ces trois espèces afin de suivre une marche parallèle à celle que j'ai suivie pour le développement de l'œuf; la première a, en effet, sa génération sexuée représentée par des gonophores qui restent toujours fixés au polype hydraire; la seconde présente une demi-méduse et la troisième une méduse libre.

» Il m'est impossible de partager l'opinion des auteurs qui admettent l'origine ectodermique des produits sexuels mâles dans ces espèces.

» Dans la *Campanularia flexuosa*, on trouve dans l'endoderme de la tige, avant l'apparition de tout gonophore, de grosses cellules très réfringentes : ce sont les *cellules mères primaires*. Elles sont rondes et possèdent de gros noyaux avec nucléole. Ces cellules mères primaires sont des cellules de l'endoderme différenciées. La présence d'un certain nombre de cellules mères détermine la formation d'un gonophore, qui n'est d'abord qu'un simple diverticulum en cul-de-sac de l'endoderme et de l'ectoderme. L'endoderme de ce diverticulum est ainsi occupé par un certain nombre de cellules mères, et, à ce moment, on peut constater que la lamelle inter-

médiaire passe bien *par-dessus* ces cellules différenciées et que, par conséquent, l'origine du testicule est bien endodermique.

» Il est très important, pour pouvoir constater ces faits, d'observer des gonophores aussi jeunes que possible, lorsque les grosses cellules mères, que l'on reconnaît à leur réfringence, occupent la paroi endodermique du corps du polype, et sont en contact immédiat avec la cavité digestive de la colonie, et lorsque commence à apparaître le diverticulum en cul-de-sac dont je viens de parler. En effet, à partir de ce moment, les cellules mères primaires se multiplient rapidement et les cellules filles, beaucoup plus petites et possédant toujours des noyaux réfringents, forment une masse testiculaire en forme de fer-à-cheval, qui grandit très rapidement. En même temps, la masse testiculaire cesse de faire partie de la paroi endodermique et d'être en contact immédiat avec la cavité digestive de la colonie; car l'endoderme non différencié, interrompu jusqu'alors en ce point par la masse testiculaire, se reconstitue au-dessous de cette masse et forme maintenant une assise continue. Il en résulte que, grâce à cette multiplication des cellules mères et à la reconstitution d'une couche endodermique non interrompue au-dessous de la masse testiculaire, il est très difficile de reconnaître à ce moment l'origine du testicule, qui est devenu une masse isolée entre l'ectoderme et l'endoderme reconstitué au-dessous, et que, à cause de cet endoderme de nouvelle formation au-dessous de la masse testiculaire que l'on peut prendre pour l'endoderme primitif, on peut très facilement croire que la lamelle intermédiaire passe au-dessous des cellules mères, et que par suite l'origine des spermatozoïdes est ectodermique. C'est là, je crois, ce qui a induit en erreur les auteurs qui admettent l'origine ectodermique des produits sexuels mâles.

» Dans la *Gonothyræa Loveni*, les choses se passent de la même manière, et je ne m'y arrête pas davantage.

» Chez la *Podocoryne carnea*, nous trouvons, dans la région du corps du polype hydraire, où doivent bourgeonner les méduses, la paroi endodermique occupée par de grosses cellules réfringentes : ce sont les cellules mères primaires. Bientôt l'endoderme et l'ectoderme forment un diverticulum en cul-de-sac dans lequel passent ces cellules mères. Ce diverticulum deviendra une méduse et les cellules mères en occupent l'endoderme; la lamelle intermédiaire passe par-dessus elles.

» Je ne veux pas entrer dans les détails du développement de la méduse : j'aurai l'honneur de faire prochainement une Communication à l'Académie à ce sujet. Qu'il me suffise de dire qu'à partir de ce moment la

masse testiculaire s'accroît rapidement, que l'endoderme se reconstitue et forme une nouvelle couche non interrompue au-dessous de cette masse testiculaire et que la masse des spermatozoïdes finit par occuper le manubrium de la méduse, entre l'ectoderme considérablement aminci et la couche d'endoderme de nouvelle formation dont j'ai déjà parlé.

» En résumé, dans ces trois espèces :

» 1° Les produits sexuels mâles naissent non pas dans les gonophores, les bourgeons médusoïdes ou les méduses, comme on le croit, mais dans le *cœnosarc* du polype hydraire lui-même, comme je l'ai déjà montré par l'œuf.

» 2° Les cellules mères primaires des spermatozoïdes proviennent, comme les œufs, de cellules endodermiques différenciées.

» 3° Comme les œufs encore, ces cellules mères passent dans un diverticulum des parois du corps; ce diverticulum devient, en se développant, un gonophore destiné à être toujours fixé au polype hydraire, une demi-méduse ou une méduse libre.

» 4° L'origine des produits sexuels et leur développement présentent donc une très grande analogie dans les colonies mâles et femelles.

» 5° Si l'on admet comme démontrés ces faits, dans les colonies mâles comme dans les colonies femelles, les gonophores, les demi-méduses et les méduses ne peuvent être considérés que comme représentant les individus sexués, et il semble par conséquent que la génération alternante ne peut être admise. »

HELMINTHOLOGIE. — *Note sur quelques points encore obscurs de l'organisation et du développement des Echinorhynques.* Note de M. MÉGNIN, présentée par M. Ch. Robin.

« Depuis O.-F. Muller, qui le premier nomma et étudia spécialement les *Echinorhynques*, qu'avaient déjà vus Redi et Leeuwenhoek, bien des observateurs se sont occupés de l'organisation de ces Helminthes, et cependant sa connaissance laisse encore beaucoup à désirer, aussi bien que celle de leur développement. Si les organes génitaux de plusieurs espèces sont bien connus, décrits et figurés, il n'en est pas de même des organes nutritifs : presque tous les auteurs sont d'accord pour regarder les *Echinorhynques* comme complètement privés de bouche et d'organes digestifs; c'est l'opinion de Dujardin, de Van Beneden, de Schneider, de M. le D^r Davaine, enfin de tous les helminthologistes les plus autorisés. M. Ch.

Lespès a avancé cependant avoir découvert l'organe digestif chez l'*Echinorhynchus claviceps*:

« Dans la trompe proprement dite, et dépassant à peine par le bas la rangée inférieure de crochets, on voit un corps piriforme souvent un peu jaunâtre, que plusieurs anatomistes ont considéré comme un reste d'appareil digestif qui aurait avorté dans la dernière phase de développement; c'est, d'après mes recherches, un appareil digestif complet; il s'ouvre à l'extrémité de la trompe par un pore très petit percé au sommet d'une papille terminale extrêmement mobile tant que l'Helminthe est vivant; j'ai vu ce Ver rejeter par cette ouverture une notable quantité du contenu de cette poche, et il ne reste, suivant moi, aucun doute [1]. »

» Cette opinion de M. Lespès n'a pas été adoptée par les auteurs qui l'ont suivi, et, en effet, je crois qu'il y a là une erreur d'interprétation : la cavité qui existe dans l'intérieur de la trompe est le résultat d'une disposition commandée par les alternatives d'érection et de rétraction en doigt de gant que présente fréquemment cet organe chez les Echinorhynques vivants et libres.

» Les études auxquelles je me suis livré depuis quelques années sur différentes espèces d'Echinorhynques, de Poissons, de Reptiles, d'Oiseaux et de Cétacés, soit adultes, soit à l'état de larves enkystées, dont j'ai recueilli de nombreux spécimens, me permettent de dire que, si la cavité de la trompe n'est pas un organe digestif, cet organe existe néanmoins. On rencontre chez beaucoup d'Echinorhynques deux organes piriformes qui viennent s'ouvrir à la base du cou chez les espèces qui n'ont pas la trompe sénile, et à la base de la trompe chez celles qui n'ont pas de cou. Ces organes, nommés *ménisques*, ont été regardés par Dujardin comme un appareil salivaire, mais tous les autres helminthologistes avouent leur ignorance à l'égard de la signification et du rôle de ces organes dans certaines larves enkystées d'Echinorhynques, que j'ai recueillies dans le tissu cellulaire de Varans du Désert et d'un Faisan; j'ai constaté que les ménisques remplissent la cavité du corps et viennent s'ouvrir, à la base de la trompe, dans un large pore buccal à lèvres finement plissées. Dans une espèce d'Echinorhynque de la Baleine, faisant partie d'un petit lot d'Helminthes, rapporté récemment des côtes de Laponie par M. le professeur Pouchet, avec une grande quantité d'autres richesses scientifiques dans

---

(1) Ch. Lespès, *Sur quelques points de l'organisation des Echinorhynques* (*Revue des Sociétés savantes*, in-8°; Paris, 1864, p. 370), et *Journal de l'Anatomie* de Ch. Robin, 1864, p. 68.

cette espèce, l'*Echinorhynchus brevicollis*, dont j'ai pu étudier complètement l'organisation, les ménisques sont remplacés par deux longs tubes cylindriques s'ouvrant dans un sillon à la base de la trompe et s'étendant jusqu'à l'extrémité du corps de chaque côté des organes génitaux. Ces tubes ont l'intérieur tapissé de cellules polygonales fortement imprégnées de globules gras d'un jaune rutilant. A l'aspect de ces tubes et de leur organisation, il est impossible de ne pas être frappé de l'analogie complète qu'ils présentent avec l'intestin bifide de certains Distomes.

» Cet intestin des Echinorhynques, qui existe chez les larves enkystées et qui s'atrophie chez la plupart des adultes, où il reste représenté par les ménisques, persiste donc à l'état complet chez les adultes de certaines espèces. C'est ce que je démontrerai complètement dans un Mémoire, où je montrerai les différentes formes de l'organe digestif dans les différentes espèces que j'ai collectionnées, et surtout dans les larves enkystées, état de développement peu connu, et que j'ai rencontré en particulier dans des kystes sous-péritonéaux, chez des poissons, entre autres chez un Barbeau, dont l'intestin était farci d'individus adultes.

» Le fait de la présence d'un intestin bifurqué, chez les Echinorhynques, rapproche ces Helminthes des Trématodes et les éloigne des Nématoïdes, près desquels on les a rangés jusqu'à présent. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les caractères offerts par la parole, chez les sourds-muets auxquels on a appris à articuler des sons.* Lettre de M. **Al. Gr. Bell** à M. Dumas.

« Un fait singulier, indiqué par M. Hément (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 754), a attiré mon attention. Il assure que les sourds-muets auxquels on a appris à parler s'expriment avec l'accent de leur pays natal; M. W.-E.-A. Axon, dans une lettre publiée dans *la Nature* (Volume XXV, p. 101), soutient la même opinion.

» Je puis dire à ce sujet que, depuis un petit nombre d'années, j'ai examiné la prononciation d'au moins quatre cents sourds-muets auxquels on avait appris à parler : je n'ai jamais remarqué chez eux une tendance de ce genre. Il est vrai que, dans quelques cas, j'ai entendu des prononciations dialectiques; mais j'ai toujours reconnu, après investigation, que ces enfants avaient pu parler *avant de devenir sourds*. Il y avait alors sans doute chez eux le souvenir inconscient d'un langage précédent, et le résultat ne devait pas être attribué à l'hérédité.

» M. Émile Blanchard (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 755) a appelé l'attention sur la prononciation dure et désagréable, acquise par beaucoup de sourds-muets auxquels on a appris à parler; on a reconnu cependant, en Amérique, qu'il est possible d'éviter cet inconvénient par une instruction convenable. Je suis heureux de pouvoir dire que j'ai entendu des enfants, sourds-muets de naissance, articuler d'une manière parfaitement claire et agréable.

» La bouche des sourds ne diffère en rien de la nôtre [1]. Les sourds-muets ne parlent pas naturellement le langage de leur pays par la même raison que nous ne parlons pas chinois...; *ils n'ont jamais entendu la parole.* Ils sont muets simplement parce qu'ils sont sourds, et je ne vois aucune raison de douter que tous les sourds-muets soient capables de faire usage de leurs organes vocaux, de manière à parler d'une façon au moins *intelligible*, sinon d'une manière aussi parfaite que ceux qui entendent.

» Dans beaucoup de nos institutions américaines pour les sourds-muets, si ce n'est dans toutes, on enseigne maintenant l'articulation comme une branche spéciale de l'éducation; dans beaucoup de nos écoles, toute l'instruction est donnée par la parole, parce qu'on a reconnu qu'un grand nombre d'enfants sourds peuvent apprendre à comprendre les mots parlés, en regardant les lèvres de la personne qui parle.

» L'enseignement de la parole articulée a eu tant de succès en Amérique et en Europe, que le mutisme sera bientôt considéré comme la preuve d'une éducation négligée. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations sur la dernière éruption du Mauna-Loa, de novembre* 1880 *à août* 1881. Lettre de M. **W.-L. Green** à M. William Martin, présentée par M. Daubrée.

« Honolulu, 26 août 1881.

» Je vous envoie sous ce pli une série de photographies du récent courant de laves de l'île d'Hawaii, avec une liste explicative.

---

[1] J'ai eu occasion d'examiner les organes vocaux de plusieurs centaines de sourds-muets : tout en trouvant les plus grandes différences dans la dimension et la forme du palais et dans la conformation de la langue, j'ai remarqué les mêmes particularités dans la bouche d'enfants entendant et parlant parfaitement bien.

La proportion de mauvaise conformation des organes vocaux n'est certainement pas plus grande parmi les sourds-muets que parmi ceux qui entendent. Nous rencontrons quelquefois des palais fendus, ou bien des doubles rangées de dents, et encore la langue liée par le filet, mais ces cas sont exceptionnels, et la grande majorité des sourds-muets ont les organes vocaux aussi parfaits que les nôtres.

» Cet écoulement de lave est peut-être le plus considérable qu'ait produit le Mauna-Loa depuis cinquante ans. La lave commença à couler le 5 novembre 1880, et elle a continué régulièrement et sans interruption depuis cette date jusqu'au milieu du présent mois d'août. Peut-être jamais aucun courant de lave n'a été plus complètement examiné et reproduit. Outre les photographies, un peintre, M. Furneaux, a été occupé depuis plusieurs mois à en faire des vues prises dans toutes les directions. Il a fait trente-huit peintures à l'huile représentant différentes phases de l'éruption, et il paraît l'avoir étudiée dans toutes ses manifestations.

» Une vue d'une trombe volcanique m'a frappé comme extrêmement intéressante, et M. Furneaux me dit qu'il en a observé de semblables à plusieurs reprises.

» Lorsque la lave s'accumule sur une grande surface, un nuage permanent reste ordinairement suspendu au-dessus. Suivant mon interprétation des faits, il se forme par les mêmes causes que tout autre nuage, c'est-à-dire que de l'air chaud, chargé de vapeurs invisibles, s'élève jusqu'à une couche froide, où il se condense et se mélange avec les gaz et la fumée qui peuvent provenir de la lave ou des végétaux qu'elle brûle. Quand ce nuage devient trop dense, la vapeur refroidie descend, en formant une sorte de tourbillon circulaire, à travers l'air chaud et léger qui se trouve au-dessous, et finalement la trombe d'eau vient frapper la coulée de lave incandescente et est de nouveau réduite en vapeur. Remarquez qu'à l'endroit où la trombe se produit ordinairement il y a plusieurs milles carrés de laves à la chaleur rouge et plus ou moins en fusion. Il me semble donc que ce tableau nous donne une indication sur ce qui se passe, sur une immensément plus grande échelle, à la surface du Soleil, comme le montrent quelques taches, les protubérances, etc.

» Les photographies de cette lave, au moins dans la partie voisine de Hilo, où elles ont été prises, montrent qu'elle est entièrement formée de ce que nous appelons *pahoehoe*, et qu'après avoir parcouru 30 à 40 milles (48^{km} à 64^{km}), elle est encore dans un état très liquide. Plus haut, cependant, elle a formé, en descendant, les remblais scoriacés habituels, se frayant tun tunnel dans sa propre croûte refroidie.

» Partout où la lave a pu être aperçue à travers quelques ouvertures accidentelles de cette croûte, on l'a vu couler en apparence aussi liquide que de l'eau et à une chaleur rouge-blanc. Je crois que la plupart de ceux qui l'ont observée sont convaincus que c'est une pure fusion ignée; on ne voit s'en élever aucune vapeur, aucun gaz, à moins qu'elle ne tombe dans de

l'eau ou qu'elle ne traverse de la végétation. Quelques-unes des photographies, prises pendant qu'elle coulait, le montrent clairement. On a même observé la lave à la chaleur rouge couler sous l'eau, et pourtant on a vu à peine une apparence de vapeur s'élever à la surface.

» Huit photographies représentent un étang à parois verticales, situé à deux milles (3^{km}) de Hilo, qui a été rempli jusqu'au bord en une heure quarante minutes. Elles ont été prises de vingt minutes en vingt minutes. Cinq d'entre elles ont été prises pendant que la lave était en mouvement et coulait par-dessus les parois de l'étang; une dernière quand elle avait comblé le creux. Cette dernière et plusieurs autres donnent une idée très exacte de notre lave *pahoehoe*, avec sa couleur et son brillant ([1]).

» J'étais à Hilo au commencement de ce mois, juste à temps pour voir le courant de lave paraissant sur le point d'engloutir cette jolie petite ville. Du côté de la terre, elle semblait être environnée d'un demi-cercle de feu. On avait appelé le surintendant des Travaux publics avec l'outillage nécessaire, dans l'espoir de pouvoir faire une digue pour détourner le courant des parties les plus précieuses de la ville, et aussi pour faire sauter à la dynamite et obstruer les canaux d'arrivée de la lave, afin de diriger la coulée vers des terres de moindre valeur. Je crois que ces deux tentatives auraient pu être couronnées de succès. Heureusement, quand on est arrivé, l'écoulement avait cessé, et le canal s'était vidé de lave en fusion; le refroidissement et la contraction ont fait tomber, tous les quelques cents mètres, la croûte qui formait une voûte assez plate, et le canal s'est trouvé obstrué. De la sorte, Hilo paraît être comparativement en sûreté pour quelques mois, quand même l'activité de la source se réveillerait, ce que, du reste, rien ne semble faire prévoir.

» J'espère donner bientôt une forme à mes idées sur les actions volcaniques. »

M. Chassy annonce à l'Académie la découverte d'un gisement de minerai de fer exploitable, à Royère (Creuse).

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. D.

([1]) Particulièrement celles qui portent le n° 3 de la lettre H.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 DÉCEMBRE 1881.

Déformation des corps solides. Limite d'élasticité et résistance à la rupture; par CH. DUGUET; Ire Partie : *Statique spéciale*. Paris, Gauthier-Villars, 1882; in-8°.

Le Congrès phylloxérique de Bordeaux en 1881; *par* A. JOIGNEAUX. Paris, n° 26, rue Jacob; Bordeaux, A. Picot, 1882; br. in-8°.

Application du sulfocarbonate de potassium au traitement des vignes phylloxérées, etc. Rapport sur la campagne de 1880-1881; *par* P. MOUILLEFERT. Paris, place Vendôme, n° 10, 1881; in-4°.

M. TONO. *Confini, posizione geografica e clima di Venezia con altre Notizie circa i locali Osservatori meteorici ed astronomici*. Venezia, tipogr. G. ANTONELLI, 1880-81; in-f°.

Mémoires de l'Académie royale de Copenhague; VIe série, vol. I, nos 3 et 4; vol. II, nos 1 et 2. Copenhague, 1881; 4 fasc. in-4°.

Académie royale de Copenhague. Bulletin pour 1881, n° 2 (février-mai). Copenhague, 1881; in-8°.

Astronomical papers prepared for the use of the american Ephemeris and Nautical Almanac; Vol. I, Part V. Washington, Bureau of navigation, navy departement, 1881; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 novembre 1881.)

Page 866, ligne 18, *au lieu de* , les, *lisez* des.

Page 868, rétablir, sur le prolongement de l'axe de figure des tubes, les f_1 et f_2, dont les indices sont mal venus au tirage.

Page 868, ligne 4, après la figure, *au lieu de* L_1, *lisez* L'.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 DÉCEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Favé présente à l'Académie le troisième envoi des manuscrits scientifiques de *Michel Chasles*, offerts par M. *Henri Chasles*. Cet envoi comprend les manuscrits dont voici l'index :

62. Sur les sections coniques. Discours prononcé en 1847 à la Faculté des Sciences sous le titre : « Considérations sur la théorie des sections coniques, et particulièrement sur la méthode par laquelle il convient de traiter cette théorie dans un cours de Géométrie ».
63. Description mécanique de certaines courbes.
64. Sur la construction des normales à plusieurs courbes mécaniques.
65. Recherches relatives aux normales des courbes.
66. Tangentes et rayons de courbure des courbes géométriques et normales à certaines surfaces.

67-68. Deux liasses sur les systèmes de coniques.

69-70. Deux liasses. Recherches relatives à la théorie des caractéristiques.

71. Théorie des caractéristiques des systèmes de coniques et applications diverses du principe de correspondance.
72. Système de surfaces du second ordre. Théorie des caractéristiques.
73. Systèmes de surfaces du second ordre. (L'impression de ce travail a été commencée en 1867, mais n'a pas été achevée.)
74. Recherches diverses sur les surfaces du second ordre.

75-76. Deux liasses sur les surfaces du second ordre homofocales.
77. Courbes tracées sur un hyperboloïde.
78. Théorie des transversales.
79. Solutions de diverses questions.
80. Sur le cercle.
81. Propriétés du cercle.
82. Travaux publiés dans le Journal de M. Liouville.
83. Mémoire sur la transformation parabolique des relations métriques des figures.
84. Applications de la transformation parabolique.
85-86. Deux liasses sur l'attraction des ellipsoïdes.
87. Sur l'attraction, sur la théorie de la chaleur, sur les surfaces de niveau et sur les surfaces orthogonales.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Les preuves de la formation récente de la Méditerranée;* par M. **Émile Blanchard**.

« Je commence l'exposé des résultats d'une série d'études d'un ordre tout nouveau. Frappé de la façon saisissante dont les plantes et les animaux caractérisent les différentes régions du globe, il m'a semblé que les espèces végétales et animales vivantes pouvaient être prises comme des documents propres à constituer l'histoire de la Terre dans sa période actuelle.

» A l'exemple de Buffon, les naturalistes se sont préoccupés des pays d'origine de tous les êtres. Des botanistes et des zoologistes se sont voués à des recherches sur la distribution géographique des plantes et des animaux, se livrant à des comparaisons qui demeurent fort instructives; d'autres se sont attachés à la connaissance de la flore ou de la faune de certaines contrées. Ils ont accumulé des faits d'une importance capitale. Botanistes et zoologistes ont songé d'une manière exclusive aux conditions d'existence des êtres selon la famille, le genre ou l'espèce; ils n'ont voulu servir que le progrès de la science qui a pour objet la nature vivante.

» C'est une tout autre pensée qui me dirige. J'ai en vue la constatation des rapports, des analogies, des dissemblances qui existent entre des terres plus ou moins éloignées; j'ai surtout la préoccupation de reconnaître les changements qui se sont produits à travers les siècles dans la configuration des terres et des mers; — les indices, les probabilités, les preuves étant tirés de la présence des espèces végétales et animales. Au domaine de la Géographie physique appartiennent les travaux que je me propose de présenter successivement à l'Académie.

» J'ai cherché, sans rien découvrir, une trace antérieure de l'idée que je formule en ce moment. S'il en est un germe, on croit le rencontrer dans l'esprit d'Alexandre de Humboldt lorsque, en Amérique, il observe les zones que la végétation dessine sur les montagnes

» C'est au début de l'année 1871, dans un écrit sur les récentes explorations de la Chine, que pour la première fois j'essayai de montrer combien les formes typiques du règne végétal et du règne animal nous éclairent sur le caractère d'un pays et sur l'ensemble des conditions de la vie en chaque région du monde (1). Au mois d'avril 1878, dans une conférence faite à la Sorbonne sous ce titre : *la Géographie enseignée par la nature vivante*, j'ai indiqué à grands traits quelques résultats de mes recherches poursuivies dans cette direction (2).

» En rappelant ces dates, je n'ai d'autre souci que de témoigner de mes longues méditations et de mes patientes recherches sur un sujet d'une grandeur singulière, mais plein de difficultés. A chaque pas, on est en peine pour réunir tous les éléments d'informations désirables : aussi, longtemps ai-je craint de formuler trop tôt des conclusions, comme je le craindrais encore à l'égard d'une foule d'archipels, d'îles isolées, de mers intérieures. Néanmoins, il me semble que l'heure est venue d'entretenir l'Académie de mes études et de solliciter l'intérêt de tous les amis de la Science, dans l'espoir de provoquer certaines explorations du fond des mers, et sur des terres inexplorées des investigations qui feraient jaillir des clartés touchant l'histoire de diverses parties du monde.

» Tout d'abord, je m'occuperai de la région méditerranéenne. Aucune région ne captive davantage, et le résultat de l'exploration zoologique, dont l'Académie a été entretenue il y a peu de semaines, ajoute une preuve nouvelle aux preuves que j'avais déjà envisagées de la formation récente de la Méditerranée.

» En abordant les côtes méditerranéennes, tout le monde reçoit une vive impression de la physionomie particulière que la végétation imprime à l'ensemble de la région. La même physionomie générale persiste, en effet, sur tout le contour de notre mer intérieure. Ce sont les contrées où prospèrent les orangers et les oliviers, les pays où croissent les myrtes, les cytises, les lentisques, les caroubiers, les arbousiers, les capriers, le laurier-rose et le palmier nain, qui disparaît seulement dans les parties les plus

---

(1) *Revue des Deux-Mondes*. — Février 1871.

(2) *Revue scientifique* et *Bulletin de l'Association scientifique*, t. XXII, p. 193.

froides de la région, et une foule de types vraiment caractéristiques. Les botanistes ont constaté avec soin l'aire de dispersion des plus remarquables végétaux méditerranéens, sans oublier de tenir note des stations où chaque espèce a été observée. M. Cosson, qui a fait des recherches du plus haut intérêt sur la flore des États barbaresques et du sud de l'Europe, a mis en pleine évidence les ressemblances de la végétation des côtes africaines avec celle de la Sicile, de l'Italie, de la Corse, de la Sardaigne, des îles Baléares et de l'Espagne. Il a donné de cette ressemblance une preuve frappante par cette simple constatation, que, sur 434 espèces de plantes recueillies sur le littoral de la province de Constantine, 32 seulement ne se trouvent point sur les rivages de l'Europe [1].

» Les animaux des rives méditerranéennes n'ont pas, jusqu'à ce jour, été observés dans leur aire géographique d'une manière aussi complète que les plantes. A raison de l'impossibilité, pour la plupart d'entre eux, de franchir la mer, et souvent aussi de très minimes obstacles, ils doivent nous fournir les plus précieuses indications.

» Peu nombreux, les Mammifères fournissent à peine quelques exemples. On cite le Porc-épic, un habitant des côtes de l'Afrique du Nord, qu'on rencontre également en Espagne, en Italie, en Sicile; la Genette, aujourd'hui rare en Europe.

» Plusieurs Reptiles sont caractéristiques de la région méditerranéenne. Le Caméléon d'Afrique vit en Andalousie et en Sicile. Le beau Lézard ocellé, commun dans les plus chaudes localités de la Provence et des Pyrénées-Orientales, est en Italie, en Espagne et dans tous les États barbaresques. Des Sauriens à la peau verruqueuse, bien connus dans le midi de la France, les Geckos (*Platydactylus mauritanicus* et *Hemidactylus verrucatus*) se rencontrent sur tout le littoral, de l'Espagne à la Grèce, du Maroc à l'Égypte et à la Syrie. Le Gongyle ocellé de la famille des Scinques, qui abonde dans la Sardaigne et la Sicile (on dit l'avoir vu en France), existe sur tous les rivages africains et asiatiques de la Méditerranée.

» Animaux en général fort sédentaires, arrêtés dans leur lente dissémination par une infinité d'obstacles, les Mollusques terrestres et fluviatiles offrent de bons indices du caractère d'un pays. De nombreuses Hélices, quelques *Melanopsis* habitent toutes les terres méditerranéennes, et ne se trouvent jamais ailleurs. Certaines espèces sont plus étroitement localisées. L'Espagne, le Maroc et l'Algérie possèdent en propre une remarquable di-

---

[1] *Bulletin de l'Association scientifique de France*, t. XXIV, p. 193 (1879).

versité d'Hélices d'une forme particulière (la division des *Macularia*), ainsi que plusieurs représentants d'autres genres (*Calcarina bœtica, Melanopsis cariosa* et *Mel. Dufouri*). Plusieurs espèces paraissent ne vivre qu'en Sicile, en Tunisie et en Algérie (*Glandina algira*, etc.). D'autres, en plus grand nombre, existent seulement sur les terres du bassin oriental de la Méditerranée ([1]).

» Pour notre démonstration, il est un type qu'on ne saurait oublier, à raison de ses conditions de séjour; c'est le Crabe d'eau douce (*Telphusa fluviatilis*), qui vit dans les torrents de tous les États barbaresques et dans les rivières du sud de l'Espagne, de l'Italie, de la Sicile, de la Grèce. Il ne s'approche jamais des rivages maritimes.

» Par le nombre des formes caractéristiques, par la diversité des aptitudes, par les appropriations à toutes les conditions possibles d'existence, les Insectes fournissent une abondance d'informations que rien n'égale. Les espèces répandues sur toutes les terres méditerranéennes, et qui n'habitent aucune autre contrée, sont en foule. Je me bornerai aux exemples les plus frappants.

» Des Hyménoptères industrieux, tels que des Sphex et des Anthophores, des Cigales, le gros Scarabée noir (*Ateuchus sacer*), sont disséminés sur toutes les terres voisines de la Méditerranée.

» Parmi les Coléoptères carnassiers, on distingue une remarquable Mégacéphale (*Megacephala euphratica*); l'espèce, d'abord découverte en Orient, habite à la fois l'Asie Mineure, la Syrie, la Grèce, certaines parties de l'Algérie, le Maroc et l'Andalousie. Une Cicindèle, d'aspect très particulier (*Cicindele maura*) signale toute côte méditerranéenne, tandis qu'une espèce du même type (*C. luctuosa*) paraît ne vivre qu'au Maroc et en Andalousie.

» Deux genres de Mélolonthines, les Glaphyres et les Amphicomes, ne se rencontrent qu'au voisinage de la Méditerranée et de la mer Noire. Certaines espèces sont en Espagne, au Maroc et en Algérie; d'autres, à la fois en Grèce, en Turquie, dans l'Asie Mineure et au pied du Caucase. Le genre Julodis, de la famille des Buprestides, a une espèce (*J. Onopordi*) qui vit en Algérie, en Espagne, en France et en Grèce; d'autres sont en même temps en Grèce, en Syrie, en Égypte; une en Crimée et dans l'île de Chypre. On compte une quantité considérable de Charançons ou Curculionides, caractéristiques de la région méridionale. Plusieurs espèces du genre Brachycère

([1]) *Voir* Paul Fischer, *Manuel de Conchyliologie*, un intéressant chapitre sur la distribution géographique des Mollusques.

(*Brachycerus algirus, B. transversus,* etc.) habitent l'Europe méridionale et l'Algérie; d'autres (*Brachycerus ægyptiacus,* etc.), également la Grèce, la Syrie, la basse Égypte. Parmi les Ténébrionides, les Pimélies, les Tentyries, les Erodies, dépourvus d'ailes et incapables de se porter à longue distance, et du reste attachés aux localités arides et sablonneuses, dominent par le nombre des espèces au Maroc, en Algérie et en Espagne. Certains représentants de ces genres se trouvent à la fois en Corse, en Sardaigne, en Sicile et probablement en Tunisie. Plusieurs ne se rencontrent que sur les côtes du bassin oriental de la Méditerranée. Au genre *Asida,* qui est de la même famille, s'appliquent les mêmes observations; mais la prédominance de ses représentants en Espagne, au Maroc et en Algérie, est encore plus prononcée.

» Il est un genre de Coléoptères, des plus étranges par la configuration des antennes, celui des Paussus, dont les espèces appartiennent, en général, à l'Afrique et aux Indes orientales. A la grande surprise des naturalistes, on en découvrit, il y a peu d'années, une petite espèce aux environs de Tanger (*Paussus Favieri*). L'insecte a été trouvé depuis en Algérie, dans l'Espagne méridionale et en Provence. Une espèce voisine est en Grèce et en Anatolie. Un type bien caractéristique, les plus gros des Carabes, les Procères (*P. scabrosus,* etc.) sont en Grèce, en Turquie, en Syrie, dans l'Asie Mineure et en Crimée. Une espèce (*P. gigas*) se trouve à l'orient de l'Adriatique dans la Carniole et l'Illyrie.

» Il faut, de même que des Oiseaux, toujours se défier des Lépidoptères, qui ont des ailes capables de les transporter au loin; cependant, voici les Thaïs qui demeurent attachés à la région méditerranéenne. La plus commune (*Thaïs rumina*) se rencontre sur le littoral de l'Afrique et dans l'Espagne, la Provence, la Grèce, la Crimée. Une autre espèce (*T. Cerisyi*), ainsi qu'un type très particulier (*Doritis appollina*), demeure exclusivement dans les contrées orientales, la Grèce, l'Archipel, la Syrie, l'Asie Mineure, le bas Danube.

» Ainsi, la faune comme la flore, sur l'immense périmètre de la Méditerranée, offre un même caractère général, qui est des plus saisissants. A faible distance, dès les premiers reliefs du sol, ce caractère cesse d'exister. Tout en reconnaissant la dispersion des espèces végétales et animales les plus caractéristiques sur le pourtour entier de la Méditerranée, nous remarquons certaines particularités qui s'accusent suivant la longitude. Que l'on marche de l'Ouest à l'Est, elles se manifestent à l'observateur d'une manière sensible; elles sont à peine appréciables suivant la latitude. Entre les côtes

d'Andalousie, du Maroc, de l'Algérie occidentale, les îles Baléares, on ne saisit presque pas de différences. Entre l'Algérie, la Corse et la Sardaigne, les côtes de France et d'Italie, ce sont les mêmes rapports; l'absence de plusieurs espèces typiques sur nos rivages du Languedoc et de la Provence s'explique par la température plus basse et par l'action des vents du nord. A comparer les plantes et les animaux de la Sicile et de la Tunisie, on se croirait sur le même terrain. En explorant les contours de la mer Égée, on observe quelques types particuliers dans la faune ainsi que dans la flore : apparaît l'Orient; mais la Grèce et l'Archipel, les côtes de Turquie et les côtes de Syrie présentent le même caractère, et ce caractère s'étend jusqu'au littoral de la mer Noire.

» En résumé, si les rives méditerranéennes étaient rapprochées, l'investigateur le plus attentif passerait d'Europe en Afrique, ou d'Europe en Asie sans qu'aucun trait de la nature vivante l'en avertît. Or, comme des obstacles très médiocres s'opposent à la dissémination d'une foule de végétaux et d'animaux, on est bien assuré que la Méditerranée est un obstacle absolument infranchissable pour la plupart des êtres. De la considération de la faune et de la flore je tire donc la preuve irrécusable que la Méditerranée s'est ouverte dans l'âge actuel de la Terre, les animaux et les plantes que nous observons sur ses rivages étant dans les conditions mêmes où ils se trouvent de nos jours.

» Jusqu'à présent, j'aurais craint d'invoquer pour ma démonstration le caractère de la faune marine. La recherche infructueuse d'Edward Forbes, les résultats peu concluants des dragages opérés sur les côtes africaines en 1870 par MM. Carpenter et Gwyn Jeffries, autorisaient bien des doutes. Depuis l'exploration par les naturalistes français dont M. Alph. Milne-Edwards a rendu compte à l'Académie, toute incertitude, me semble-t-il, doit être bannie. Il est affirmé maintenant que la Méditerranée, dans les abîmes, est pauvrement habitée. La misère de la faune peut être attribuée aux conditions d'existence uniformes ou ingrates; mais il est reconnu que la Méditerranée, dans ses profondeurs, n'a pas d'espèces qui lui soient propres; celles qu'on y rencontre sont toutes venues de l'Océan. Il est de la plus grande probabilité que la faune littorale sera l'objet d'une remarque analogue, le jour où des investigations seront poursuivies sur les côtes du Maroc, du Portugal, de l'Espagne. Les Cétacés qui fréquentent la Méditerranée abondent dans l'Atlantique.

» Ainsi l'étude de la mer conduit à la pleine confirmation des vues que m'a suggérées l'étude des animaux terrestres.

» Durant les âges géologiques, il y eut certainement une mer intérieure qui, suivant toute apparence, s'ouvrait du côté de l'Orient [1]; cette mer a disparu. Pendant la période actuelle du monde, à une date, ancienne selon l'histoire des hommes, récente selon l'histoire du globe, par suite d'un affaissement du sol, un vaste bassin s'est constitué, et du côté de l'Occident, les eaux de l'Atlantique y ont fait irruption. Ce point paraît acquis. Dans une direction nouvelle commence à se manifester la puissance de la science. Bientôt j'en apporterai d'autres exemples. »

M. **Alph. Milne-Edwards**, à la suite de la Communication de M. *Blanchard*, présente les considérations suivantes :

« Les intéressantes observations que M. Blanchard vient de nous exposer, relativement à la faune et à la flore du pourtour du bassin méditerranéen, montrent quels sont les services rendus par les Sciences naturelles aux Sciences géographiques. La Zoologie, la Botanique, la Géologie peuvent en effet jeter d'utiles lumières sur bien des points de l'histoire du globe qui, sans leur secours, resteraient obscurs. Les caractères des animaux et des végétaux de la vaste région comprise entre le Sahara au Sud et les Pyrénées, les Alpes, les Balkans et le Caucase au Nord, indiquent qu'il y a là un foyer zoologique spécial. De Candolle, Schmarda, Woodward, A.-R. Wallace, etc., en ont été frappés, et, bien que les uns n'aient pris en considération que la distribution des plantes, les autres celle des Mollusques ou des autres animaux, ils ont tous cherché à circonscrire ce foyer, et l'ont désigné tantôt sous le nom de *région*, de *sous-région* ou de *district méditerranéen*, tantôt sous celui de *région lusitanienne*.

» Cette uniformité des productions naturelles est-elle due à ce que la Méditerranée s'est creusée à une époque récente, au milieu d'une région déjà habitée par les animaux et les plantes que l'on retrouve aujourd'hui sur ses bords; ou bien ne peut-on l'expliquer par des communications faciles qui auraient existé autrefois entre les rives septentrionale et méridionale du bassin ou des bassins qui sont devenus la Méditerranée? Cette dernière manière de voir me semble la plus probable; effectivement les animaux terrestres ont pu passer d'Europe en Afrique et d'Afrique en Europe par deux larges isthmes dont le relief du fond de la mer accuse encore l'existence,

(1) On juge de l'intérêt considérable que pourraient présenter des explorations des fonds de la mer Rouge et du golfe Persique.

d'une part, entre la Sicile et la Tunisie, d'autre part, entre l'Espagne et le Maroc. Les découvertes qui ont été faites des ossements de trois espèces d'Éléphants dans les cavernes de Malte montrent qu'à une époque géologiquement peu ancienne cet îlot rocheux était rattaché à des terres vastes et fertiles. Les Éléphants et les Hippopotames, dont on a trouvé aussi, à Gibraltar, les ossements, vivaient avant l'ouverture du détroit qui devait établir une libre communication entre les eaux de l'Océan et celles de la Méditerranée. La nature a fait pour cette mer, du côté de l'Occident, ce que M. F. de Lesseps a fait du côté de l'Orient; mais, tandis que les animaux de l'Atlantique trouvaient un large passage, facilement accessible, par le détroit de Gibraltar, ils ne pouvaient guère cheminer à travers le canal de Suez. Cependant, on a déjà constaté que quelques poissons du groupe des Squales s'étaient engagés dans cette voie, pour passer de la mer Rouge dans la Méditerranée.

» Cette mer s'est autrefois beaucoup étendue vers l'Est, du côté de la mer Noire, de la Caspienne et du lac d'Aral; elle a couvert en partie le Turkestan, et ses rivages s'avançaient peut-être jusqu'à l'Afghanistan. Il est possible qu'elle ait eu au Nord des communications avec les mers boréales; l'existence dans la Caspienne et dans le lac Baïkal de Phoques peu différents de ceux des mers arctiques fournirait un argument en faveur de cette opinion. Mais je ne pense pas que, depuis la période miocène, la Méditerranée ait communiqué avec l'océan Indien. La barrière qui s'oppose au mélange des faunes de ces deux grandes régions géographiques, quoique faible, était suffisante. Dans diverses publications, j'ai insisté sur l'importance que la configuration des terres, l'existence des courants et le développement des facultés locomotrices des animaux avaient sur la dissémination des espèces. Ces considérations trouvent ici leur application.

» Si l'on cherche quelles ont été à l'Ouest les limites de la région méditerranéenne, et quelles sont les terres qui se rattachaient à cette grande province zoologique, on ne trouve plus que des témoins isolés, tels que les Açores, Madère et les Canaries; les terres intermédiaires ont été submergées.

» Pour compléter ces études, dont l'importance ne saurait échapper à personne, il serait nécessaire d'explorer avec le plus grand soin le fond de la partie de l'Atlantique qui s'étend à l'ouest de ces îles jusqu'à la mer des Sargasses. Il faudrait aussi entreprendre dans la mer Rouge des investigations du même genre, par des sondages en tracer le relief et, à l'aide de dragages, en étudier la faune bathymétrique. J'ai eu récemment l'occasion de développer ce programme de recherches, au Ministère de l'Instruction pu-

blique, devant la Commission des voyages et missions scientifiques, qui a demandé à M. le Ministre de vouloir bien faciliter ces explorations, impossibles à réaliser sans les moyens dont dispose la marine d'un grand État. »

M. **Daubrée** dit que les géologues se féliciteront des documents que paraît leur fournir l'étude de la faune et de la flore actuelles sur les rives européenne et africaine de la Méditerranée; mais ils ne pourront adopter la conclusion qui vient d'être formulée d'une manière si absolue, que la Méditerranée entière est de formation toute récente.

« Des faits géologiques démontrent que les eaux de cette mer occupaient, au moins en grande partie, dès une époque très ancienne, l'espace recouvert par la Méditerranée : témoins, entre autres, les dépôts crétacés, éocènes et miocènes qui y sont connus. Plus tard, à l'époque pliocène, la mer dépassait les rivages actuels, ainsi que l'attestent les nombreux dépôts du terrain dit subapennin, qui l'encadrent sur de larges zones, avec un ensemble de fossiles identiques : en Espagne, en Provence, en Italie, sur les deux versants de l'Apennin; en Grèce, en Asie Mineure, en Tunisie, en Algérie, au Maroc. De plus, ces mêmes dépôts pliocènes, soulevé saussi à des hauteurs souvent notables au-dessus du niveau de la mer, se montrent dans toute l'étendue du bassin actuel, en de nombreuses îles, aussi bien dans la région occidentale que dans la région orientale; telles sont : Majorque, Minorque, la Corse, la Sardaigne, la Sicile, Milo, Santorin, la Crète, Chypre, qui jalonnent en quelque sorte le domaine de la mer à la fin de l'époque tertiaire.

» Rien ne prouve d'ailleurs que cette nappe d'eau marine fût continue et qu'il n'existât pas quelques langues de terre ou isthmes, par exemple, vers Gibraltar et vers la Sicile, qui auraient pu servir de ponts aux émigrations animales et végétales.

» Enfin, les insectes qui ont été pris comme exemple remontent peut-être à une époque bien plus ancienne que la période actuelle; on connaît l'extrême rareté des animaux de cette classe dans les terrains stratifiés. Ceux qui ont été rencontrés dans les couches les plus anciennes ont des formes très comparables à celles que nous voyons aujourd'hui. »

THERMOCHIMIE. — *Observations sur la décomposition des formiates métalliques en présence de l'eau;* par M. **Berthelot**.

« 1. Les expériences de M. Riban, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans la dernière séance et dans la séance d'aujourd'hui ([1]), sont d'un haut intérêt, comme fournissant le type de l'étude détaillée d'une réaction organique. On sait que les auteurs se bornent, dans la plupart des cas, à exprimer par une équation celle des transformations sur laquelle leur attention a été plus particulièrement attirée, sans s'occuper des transformations simultanées. Les travaux plus soignés, où l'on étudie la réaction dans son ensemble, loin d'être tenus en plus grande estime, ont, au contraire, été plutôt moins réputés jusqu'ici, par un préjugé singulier et à cause de la complication en apparence plus grande des résultats. Cependant cette complication ne disparaît pas, parce qu'on la dissimule; ce qu'il importe de connaître, dans une science positive telle que la Chimie, ce sont les réactions réelles et non les figures schématiques qu'on est trop porté à y substituer : la connaissance ne devient complète que si l'on présente l'enchaînement des métamorphoses qui relient entre eux tous les produits observés.

» A ce point de vue, le travail de M. Riban me paraît offrir beaucoup d'importance. Je demande la permission de le commenter, au point de vue de la Mécanique chimique, c'est-à-dire de la Thermochimie.

» 2. Je commencerai par la réaction du sulfate d'argent sur le formiate de soude, réaction équivalente à la mise en œuvre du formiate d'argent. Cette réaction fournit en définitive du sulfate de soude, de l'acide carbonique, de l'argent et de l'hydrogène

$$SO^4Ag + C^2HNaO^4 = SO^4Na + C^2O^4 + H + Ag.$$

La réaction totale, rapportée aux corps séparés de l'eau, dégagerait

$$-(82,9 + 149,5) + (163,2 + 94,0) = +24^{Cal},7;$$

tous les corps supposés dissous, on aurait $+27^{Cal},9$; quantités de chaleur considérables, et qui rendent compte du phénomène.

» Celui-ci se produit d'ailleurs en deux phases, toutes deux exothermiques, savoir :

1° La décomposition du système en sulfate de soude, argent métallique,

([1]) *Voir* plus loin la nouvelle Note de M. Riban, p. 1082.

acides formique et carbonique,

$$2SO^4Ag + 2C^2HNaO^4 = 2SO^4Na + C^2H^2O^4 + C^2O^4 + Ag^2,$$

ce qui dégage, les sels et les acides supposés dissous : $+ 49^{Cal},3$;

2° La décomposition de l'acide formique, $C^2H^2O^4$, en acide carbonique et hydrogène, $C^2O^4 + H^2$, décomposition qui dégage, l'acide formique dissous et l'acide carbonique dissous : $+ 6^{Cal},5$.

» La décomposition ordinaire de l'acide formique par l'oxyde d'argent en présence de l'eau, sans développement d'hydrogène,

$$2C^2H^2O^4 + 2AgO = C^2H^2O^4 + C^2O^4 + H^2O^2 + Ag^2$$

s'explique plus aisément encore, car elle dégage

$$-(186,2 + 7) + (93,1 + 94 + 69) = + 62^{Cal},9.$$

La production transitoire du formiate d'argent, que l'on observe en effet en ménageant la décomposition, s'accomplit avec un dégagement de chaleur intermédiaire, que l'on peut évaluer à 18^{Cal} environ, d'après les analogies tirées de la formation de l'acétate d'argent; c'est-à-dire qu'il y a d'abord dégagement de chaleur dans la production du formiate d'argent (18^{Cal} environ); puis qu'il se produit un nouveau dégagement de chaleur dans la décomposition ultérieure même du formiate ($+ 45^{Cal}$ environ). Les deux changements qui se succèdent sont tous deux exothermiques, conformément au théorème des transformations successives (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 145).

» La décomposition directe de l'acide formique en acide carbonique et hydrogène

$$C^2H^2O^4 = C^2O^4 + H^2$$

s'effectue avec dégagement de chaleur, $+ 5^{Cal},8$, tous les corps gazeux, comme je l'ai établi il y a longtemps [1].

» Le contact de l'argent abaisse la température de cette décomposition, d'après M. Riban : observation intéressante, et conforme à ce qui est établi pour le platine. Sans approfondir davantage cette réaction, il suffira de rappeler que les agents de contact interviennent ici en se conformant aux conditions normales de leur action, c'est-à-dire en facilitant une réaction exothermique [2].

---

(1) $+ 6,5$ tous les corps dissous; ce qui en rend aussi l'état comparable.

(2) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 27 et 465.

» 3. Examinons maintenant les réductions des sels de mercure par l'acide formique. Soit la réaction connue de cet acide sur le bichlorure ([1]),

$C^2H^2O^4$ dissous + $2HgCl$ dissous = C^2O^4 gaz + Hg^2Cl + HCl étendu + HO

dégage

$$-(+93,1+59,6)+(94+40,9+39,3+34,5)=+56^{Cal},0.$$

On s'explique aisément la facilité avec laquelle cette réaction s'accomplit.

» En présence d'un excès de bichlorure, elle n'est pas totale, parce que le mercure se transforme à mesure en protochlorure.

» Il en serait autrement si le bichlorure était employé seulement dans la dose convenable pour produire du formiate mercurique; alors

$C^2H^2O^4$ dissous + $2HgCl$ dissous = C^2O^4 gaz + $2HCl$ étendu + Hg^2

dégage

$$(-93,1+59,6)+(94+78,6)=+19,9.$$

» Tous ces résultats, indiqués par la théorie, sont conformes à l'expérience. Ils n'excluent pas la formation primitive des formiates mercurique et mercureux, produits avec des dégagements de chaleurs intermédiaires et successifs, ainsi qu'il a été dit pour le sel d'argent.

» 4. Arrivons au formiate de cuivre. Ce sel se décompose d'abord, en présence de l'eau, d'après M. Riban, en acide formique, oxyde cuivreux et acide carbonique. Or

$4C^2HCuO^4$ (anhydre) + H^2O^2 = $3C^2H^2O^4$ liquide + $2Cu^2O$ + C^2O^4 gaz

dégage

$$-(336,4+69)+(279+42+94)=+90,4.$$

» L'acide formique lui même se détruit, quoique plus lentement, en présence du protoxyde de cuivre, et il en résulte de l'acide carbonique et de l'hydrogène, réaction exothermique, comme il a été dit plus haut. Elle est accélérée par la présence du protoxyde de cuivre; peut-être en raison de la formation de quelque trace d'un formiate cuivreux, jouant le rôle d'intermédiaire, conformément à ce que j'ai établi pour la réaction de l'oxyde d'argent, et de l'argent lui-même sur l'eau oxygénée ([2]).

» Enfin, dans la dernière phase du phénomène, l'hydrogène, resté seul en présence de l'oxyde cuivreux, le réduit définitivement à l'état de cuivre

---

([1]) Les calculs sont établis ici pour l'état dissous, afin de simplifier.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXI, p. 146.

métallique. En effet,

$$Cu^2O + H = Cu^2 + HO \text{ gaz}$$

dégage

$$-21 + 29 = +8^{Cal}.$$

» On voit comment la suite des métamorphoses, étudiées avec tant de sagacité par M. Riban, s'explique et se coordonne par les relations thermochimiques des corps qui entrent en réaction. »

CHIMIE. — *Sur le principe des surfaces de séparation;* par M. **Berthelot.**

« Dans l'une des précédentes séances de l'Académie, M. Lemoine lui a présenté son ouvrage sur les *Équilibres chimiques.*

» Peut-être aurai-je occasion d'en dire prochainement tout le bien que j'en pense; mais je demande à l'auteur la permission de relever une erreur de date, relative à l'historique du principe des surfaces de séparation. Ce principe, on le sait, s'applique à une multitude de phénomènes chimiques accomplis dans les systèmes hétérogènes, tels que la dissociation, la dissolution d'un solide dans un liquide, celle d'un gaz dans un liquide, le partage d'un corps entre deux dissolvants, etc.

» En en reproduisant l'énoncé (p. 163), M. Lemoine ajoute en note : « Ces considérations, dues à M. Berthelot (*Annales de Chimie et de Physique,* année 1872, et *Essai de Méc. chim.,* t. II, p. 96) sont toutes semblables à celles que j'avais développées moi-même en 1871, en les précisant par le calcul » (*Comptes rendus,* 23 octobre 1871).

» J'ai donné l'énoncé de ce principe non en 1872, mais en 1869 (*Comptes rendus,* t. LXIX, p. 404).

» Il est la conséquence de ce fait, que dans les systèmes non homogènes les corps ne sont en contact « que par une surface limitée; là seulement » peuvent entrer en jeu les forces qui tendent à renverser la réaction et qui » en déterminent la limitation » (*Annales de Chimie et de Physique,* octobre 1869, p. 140). Ces considérations avaient été déjà développées dans mon cours du Collège de France en 1865 et signalées dès 1862 dans mes *Recherches sur l'éthérification.* »

M. **de Lesseps**, en présentant à l'Académie les Cartes et plans d'un projet de chemin de fer entre le Niger et le Soudan, par le Fonta-Djallon, s'exprime ainsi :

» Le Fonta-Djallon offre, dans son ensemble, un plateau central (le

plateau de Kahel), d'où s'étendent vers la mer cinq vallées parallèles, séparées entre elles par de longues et étroites chaînes de granit, aux flancs à pic, en forme de falaises. Le plateau de Kahel est situé à 350^{km} des côtes, son altitude est de 1000^{m}, son climat est, dit-on, celui de la France, moins les froids de l'hiver. Le minerai de fer est abondant dans toute la région.

» Le Fonta-Djallon est le passage le plus court et le plus sûr pour relier la mer au Niger et au Soudan, habité par 40 millions d'hommes, et dont le sol est très fertile en produits du sol et en richesses minérales.

» M. Olivier de Sanderval, par des voyages successifs, entièrement à ses frais, s'est assuré les bonnes dispositions de l'iman de Timbo dans le Fonta-Djallon. Il a rapporté un traité qui l'autorise à construire un chemin de fer, de la mer au Niger, par Timbo. Ce traité a été remis au gouvernement.

» Le général Faidherbe avait prévu les avantages d'une route par Timbo, et son envoyé, M. Lambert, en 1860, avait conclu à la nécessité de construire cette route. Le nom du général Faidherbe, dit M. Olivier, est légendaire dans le Fonta-Djallon. Le roi de Timbo ne le prononce qu'avec respect. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches sur les lois fondamentales de l'Électrodynamique.* Mémoire de M. P. Le Cordier. (Extrait par l'auteur).

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Fizeau.)

M. P. Lecordier demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 19 septembre 1881. Il adresse, en même temps, l'analyse suivante du Mémoire contenu dans ce pli :

« Le présent Mémoire est purement mathématique, et comprend deux Parties. La première a pour but d'établir les lois, découvertes par Ampère, de l'action d'un courant linéaire fermé, fixe et permanent, sur un élément de courant fixe et permanent, qui n'en fait pas partie; d'y rattacher l'étude de toutes les forces pondéromotrices observables sur ce même élément et sur un aimant fixe et permanent, extérieur aussi au système agissant, lequel peut comprendre des courants fermés, fixes et permanents, des aimants fixes et permanents, et le magnétisme terrestre; d'exclure toute hypothèse contestée, et de fonder uniquement cette théorie sur les cas d'équilibre les plus simples, réduits au plus petit nombre possible, énoncés sous forme

abstraite, et reposant tous, excepté deux, sur des expériences très précises.

» Cette première Partie renferme le Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter le 2 novembre 1874 ([1]).

» Pour écarter toute hypothèse, il faut représenter l'action pondéromotrice sur l'élément de courant par une force appliquée en un de ses points et par un couple. Le couple est trouvé nul, et la force perpendiculaire à l'élément, en vertu des deux énoncés suivants : un système quelconque d'un ou de plusieurs corps, pouvant comprendre des courants fermés, des aimants et le magnétisme terrestre, et agissant sur un rhéophore extérieur, ne tend à en faire tourner ni un arc circulaire, mobile dans son plan autour de son centre, ni une portion cylindrique de rayon infiniment petit, mobile autour de son axe. Ce sont précisément ces deux cas d'équilibre qui ont besoin d'expériences nouvelles ; et, quelle qu'en soit la difficulté, on est dans l'alternative de les refaire avec précision, ou de renoncer à démontrer les lois de l'Électrodynamique les plus générales qu'il soit possible d'observer, sans invoquer quelque principe douteux.

» Je démontre ensuite, comme principe expérimental, un fait bien connu comme principe purement mathématique. L'unité d'intensité d'un pôle d'aimant, ainsi que l'unité d'intensité d'un pôle de solénoïde, étant définie celle qui repousse son égale avec l'unité de force à l'unité de distance, l'expérience prouve qu'elles se repoussent aussi mutuellement avec l'unité de force à l'unité de distance. La valeur numérique de cette répulsion, que le principe de la conservation de l'énergie et la Mécanique rationnelle laissent indéterminée, ne peut égaler l'unité que par un hasard bien singulier, ou en vertu de l'unité de la cause des trois actions mutuelles entre deux pôles d'aimants, entre deux pôles de solénoïde et entre un pôle d'aimant et un pôle de solénoïde. L'hypothèse des courants moléculaires d'Ampère, qui implique cette identité, se trouve ainsi en partie démontrée. Le fait invoqué est d'ailleurs assez connu pour n'avoir pas besoin d'expérience nouvelle, comme celle que j'ai énoncée dans le tome LXXI, p. 533 des *Comptes rendus*, ou comme l'expérience, encore plus simple et plus susceptible de précision, qui est indiquée dans le Mémoire actuel.

» La seconde Partie de ce Mémoire renferme une exposition succincte

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 984. L'usage de donner le signe + au pôle nord d'un solénoïde veut qu'on lise *négative*, au lieu du premier mot *positive* d'une ligne voisine du milieu de la page 986.

des hypothèses d'Ampère et de Grassmann sur l'action mutuelle de deux éléments de courants. La théorie des forces pondéromotrices produites par les courants fermés, fixes et permanents, à trois dimensions, sur un élément de courant extérieur, fixe et permanent, est dans la première Partie, parce qu'elle repose uniquement sur l'hypothèse non contestée de la décomposition de ces courants en éléments de courants linéaires, d'où résulte qu'ils sont décomposables en courants linéaires fermés, par l'adjonction d'un système de courants linéaires fictifs, deux à deux égaux, superposés et de sens contraires.

» Enfin la théorie des courants à trois dimensions est appliquée à la mesure de l'intensité absolue des courants traversant la surface de la Terre, courants dont l'existence est démontrée *a priori* par une loi d'Ohm, et par le fait de la différence de potentiel observée entre le sol et l'atmosphère. Cette intensité peut se calculer, en effet, par les valeurs simultanées de la déclinaison et de la composante horizontale du magnétisme terrestre, en un nombre suffisant de points convenablements distribués sur la surface de la Terre, et ses variations par les variations des deux mêmes éléments, pourvu qu'elle excède la plus petite intensité répondant à la limite de précision des observations. Cette inégalité serait bien démontrée, si les observatoires magnétiques étaient assez nombreux et s'ils publiaient des mesures simultanées. Il suffirait, en effet, que le rapport de l'intensité, calculée par la méthode des moindres carrés, à l'erreur moyenne à craindre dont elle serait affectée, fût un nombre assez grand pour lever les doutes. C'est ce qu'il n'est pas facile d'obtenir, en raison de l'insuffisance des observations simultanées et du défaut de simultanéité des mesures locales, qui introduit une erreur systématique et met en défaut la méthode de Gauss, applicable seulement au cas des erreurs fortuites. Cette considération m'a fait supprimer, comme peu concluants, les quelques exemples numériques d'intensités que j'ai obtenus, avec des valeurs triples environ des erreurs moyennes à craindre correspondantes. »

VITICULTURE. — *Sur un moyen d'empêcher le développement du Phylloxera, par le gazonnement du sol dans l'intervalle des ceps de vignes.* Note de M. P. BIDAULD.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« MM. Becquerel ont constaté qu'un sol dénudé acquiert, pendant la belle saison, une température beaucoup plus élevée qu'un sol gazonné.

D'autre part, l'échauffement du sol est très favorable à l'éclosion du Phylloxera aptère et encore davantage à celle du Phylloxera ailé, qui est la cause principale de la fécondité et de l'envahissement au loin de l'espèce. Cette femelle ailée apparaît seulement à l'époque des plus fortes chaleurs : ne pourrait-on pas présumer qu'une diminution de quelques degrés de température, dans le sol, empêcherait son éclosion?

» Les expériences de divers auteurs semblent affirmer d'avance que, si l'on diminuait la température du sol, on arrêterait la propagation du Phylloxera. Plusieurs auteurs ont proposé de cultiver dans les vignes telles plantes, qui, disent-ils, tuent ou au moins éloignent le Phylloxera; un autre propose de tasser la terre au pied des ceps; tel propriétaire avance qu'il a vu sa vigne se refaire après l'avoir abandonnée, c'est-à-dire livrée à la mauvaise herbe. A mon avis, si ces divers procédés ont donné quelques résultats, c'est en empêchant l'échauffement du sol.

» J'ajouterai encore que tous les observateurs sont d'accord pour constater que la vigne cultivée en hautins se défend très longtemps contre le Phylloxera : conséquence, dirai-je encore, de l'abaissement de température du sol, causé par la présence des récoltes cultivées entre les rangs de ceps. Mais, aussi, ces récoltes sont enlevées trop tôt; de plus, on réserve toujours au pied des hautins une bande de terre dénudée (la hauteur des récoltes tient cependant cette bande de terre un peu à l'ombre), ce qui permet le lent envahissement des hautins par le Phylloxera [1].

» Mon hypothèse est encore soutenue par ce fait, que le Phylloxera se propage moins rapidement dans les départements relativement froids que dans ceux du Midi.

» Couvrir le sol, d'avril en octobre, soit avec des récoltes, soit avec du gazon, soit même avec des paillassons, ou encore en combinant ces divers procédés, si l'on tient à laisser dénudées, pour l'aération des racines, les parties du sol avoisinant immédiatement le pied des ceps, tel serait le moyen de défense que je propose d'essayer contre le Phylloxera. »

---

[1] Les fourmis nous offrent une observation, qui prouve encore qu'un sol gazonné est peu favorable aux éclosions. Lorsqu'elles établissent leurs nids dans les prés, elles sont dans la nécessité, pour faire éclore leurs œufs, d'élever à travers les brins d'herbes des sortes de tours, faites avec de la poussière de terre, dans lesquelles elles ménagent des galeries où elles installent leurs œufs pendant le jour; sur un sol dénudé, elles ne font aucun travail semblable, si ce n'est dans les saisons très pluvieuses.

M. **Guilloud** adresse divers documents confirmant l'efficacité de son procédé pour combattre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Galasso** adresse une Note relative à un remède contre la diphthérie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. **L. Hugo** adresse une Note « Sur l'articulation de certaines consonnes chez les races anciennes ».

(Cette Note sera transmise à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.)

L'**Académie des Inscriptions et Belles-Lettres** annonce qu'elle a désigné MM. Heuzey, Perrot et Lenormant pour être adjoints à la Commission de l'Académie des Sciences chargée d'examiner la Note de M. l'amiral Serres, relative à la restitution de la Trière athénienne.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La traduction française du « Rapport sur les actes et résultats de la troisième conférence polaire internationale, tenue à Saint-Pétersbourg du 1er au 6 août 1881 ».

2° Un Volume de M. *G. Retzius*, intitulé « Études morphologiques et histologiques sur les organes de l'oreille ».

ASTRONOMIE. — *Ephéméride de la planète* (217) *Eudore* (suite) [1]. Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Mouchez.

Positions apparentes de la planète (217), *Eudore.*

Minuit. Temps moyen de Berlin.	Ascension droite.	Déclinaison.	log r.	log Δ.
	h m s	° ′		
1881. Décembre 25...	6.19.37	+ 9.53,0	0,5313	0,3865
26...	6.18.43	+ 9.54,6		

([1]) Voir ce Volume, p. 832.

Minuit. Temps moyen de Berlin.	Ascension droite.	Déclinaison.	log r.	log Δ.
	h m s	° ′		
1881. Décembre 27...	6.17.50	+ 9.56,2		
28...	6.16.57	+ 9.57,8		
29...	6..16 4	+ 9.59,5	0,5324	0,3883
30...	6.15.11	+10. 1,2		
31...	6.14.19	+10. 3,0		
1882. Janvier... 1...	6.13.27	+10. 4,8		
2...	6.12.36	+10. 6,7	0,5334	0,3910
3...	6.11.45	+10. 8,7		
4...	6.10.55	+10.10,8		
5...	6.10. 5	+10.13,0		
6...	6. 9.16	+10.15,3	0,5345	0,3945
7...	6. 8.27	+10.17,7		
8...	6. 7.39	+10.20,2		
9...	6. 6.52	+10.22,7		
10...	6. 6. 5	+10.25,2	0,5355	0,3988
11...	6. 5.19	+10.27,8		
12...	6. 4.34	+10.30,5		
13...	6. 3.50	+10.33,2		
14...	6. 3. 7	+10.36,0	0,5365	0,4039
15...	6. 2.24	+10.38,9		
16...	6. 1.42	+10.41,8		
17...	6. 1. 1	+10.44,8		
18...	6. 0.22	+10.47,8	0,5375	0,4096
19...	5.59.44	+10.50,9		
20...	5.59. 7	+10.54,0		
21...	5.58.31	+10.57,2		
22...	5.57.55	+11. 0,4	0,5385	0,4160
23...	5.57.21	+11. 3,6		
24...	5.56.49	+11. 6,9		
25...	5.56.17	+11.10,2		
26...	5.55.47	+11.13,5	0,5395	0,4229

» On croit utile de rappeler que la planète est sans doute à la limite de visibilité dans la présente opposition, qui est la seconde, et que, dans l'opposition prochaine, la planète sera également très faible. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'introduction des logarithmes dans les critériums qui déterminent une limite supérieure du nombre des racines d'une équation qui sont comprises entre deux nombres donnés.* Note de M. **Laguerre**, présentée par M. Hermite.

« La proposition fondamentale, sur laquelle reposent presque toutes les règles qui déterminent une limite supérieure du nombre des racines d'une équation qui sont comprises entre deux nombres donnés, peut s'énoncer de la manière suivante :

» Soit $F(x)$ une fonction quelconque de x et telle que, dans son développement, tous les coefficients soient positifs; soient de plus $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n$ des quantités positives quelconques rangées par ordre décroissant de grandeur.

» Considérons l'équation

$$A_0 F(a_0 x) + A_1 F(a_1 x) + \ldots + A_n F(a_n x) = 0;$$

désignons par m le nombre de ses racines [1] positives et formons la suite des quantités

$$p_0 = A_0, \quad p_1 = A_0 + A_1, \quad p_2 = A_0 + A_1 + A_2, \quad \ldots,$$
$$p_n = A_0 + A_1 + \ldots + A_n.$$

» J'ai déjà montré que m était au plus égal au nombre des variations que présente la suite

$$p_0, \; p_1, \; p_2, \; \ldots, \; p_n.$$

Mais on peut obtenir une limite plus précise en tenant compte des valeurs numériques des coefficients $a_0, a_1, \ldots, a_n$.

» On peut démontrer, en effet, que m est au plus égal au nombre des variations de la suite

$$p_0 \log\frac{a_0}{a_1}, \quad p_0 \log\frac{a_0}{a_1} + p_1 \log\frac{a_1}{a_2}, \quad p_0 \log\frac{a_0}{a_1} + p_1 \log\frac{a_2}{a_1} + p_2 \log\frac{a_3}{a_2}, \quad \ldots,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$p_0 \log\frac{a_0}{a_1} + p_1 \log\frac{a_2}{a_1} + \cdots + p_{n-1} \log\frac{a_n}{a_{n-1}}, \quad p_n.$$

---

[1] J'entends, par racines de cette équation, les nombres par lesquels le premier membre est *convergent* et a pour valeur zéro.

» J'ajouterai que, si m et le nombre des variations sont différents, leur différence est un nombre pair.

» 2. On peut, dans un grand nombre d'applications, éviter l'emploi des logarithmes.

» Considérons, par exemple, l'équation

$$(1) \qquad A_0 x^{a_0} + A_1 x^{a_1} + A_2 x^{a_2} + \ldots + A_n x^{a_n} = 0,$$

où $a_0, a_1, a_2, \ldots, a_n$ désignent des nombres croissants arbitraires, rationnels ou irrationnels.

» Si l'on pose $x = e^{-y}$, le nombre m des racines positives de l'équation (1), qui sont comprises entre zéro et un, est égal au nombre des racines positives de l'équation

$$A_0 e^{-a_0 y} + A_1 e^{-a_1 y} + A_2 e^{-a_2 y} + \ldots + A_n e^{-a_n y},$$

ou encore, ω désignant une quantité arbitraire, de l'équation

$$A_0 e^{(\omega - a_0)y} + A_1 e^{(\omega - a_1)y} + A_2 e^{(\omega - a_2)y} + \ldots + A_n e^{(\omega - a_n)y} = 0.$$

Supposons le nombre ω tellement choisi que toutes les quantités

$$\omega - a_0, \quad \omega - a_1, \quad \omega - a_2, \quad \ldots, \quad \omega - a_n,$$

soient positives.

» En faisant application de la proposition précédente et en conservant les mêmes notations, relativement aux quantités $p_0, p_1, \ldots, p_n$, on voit que m est au plus égal au nombre des variations de la suite

$$p_0 \log \frac{\omega - a_0}{\omega - a_1}, \quad p_0 \log \frac{\omega - a_0}{\omega - a_1} + p_1 \log \frac{\omega - a_1}{\omega - a_2}, \quad \ldots,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$p_0 \log \frac{\omega - a_0}{\omega - a_1} + p_1 \log \frac{\omega - a_1}{\omega - a_2} + \cdots + p_{n-1} \log \frac{\omega - a_{n-1}}{\omega - a_u}, \quad p_n.$$

» Si nous donnons à ω une très grande valeur, on a sensiblement

$$\log \frac{\omega - a_i}{\omega - a_{i+1}} = \frac{a_{i+1} - a_i}{\omega}.$$

D'où la proposition suivante :

» *Le nombre des racines positives de l'équation* (1), *qui sont inférieures à*

l'unité, est au plus égal au nombre des variations de la suite

$$p_0(a_1-a_0),\; p_0(a_1-a_0)+p_1(a_2-a_1),$$
$$p_0(a_1-a_0)+p_1(a_2-a_1)+p_2(a_3-a_2),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$
$$p_0(a_1-a_0)+p_1(a_2-a_1)+\ldots+p_{n-1}(a_n-a_{n-1}),\; p_n,$$

proposition que, dans ma précédente Communication, j'avais déduite de la considération de l'intégrale

$$\int_0^{\infty} e^{-zx}\mathrm{F}(z)\,dz.$$

» **3.** Une autre application importante du théorème fondamental se rencontre dans l'étude des équations de la forme

$$\frac{\mathrm{A}_0}{x-a_0}+\frac{\mathrm{A}_1}{x-a_1}+\frac{\mathrm{A}_2}{x-a_2}+\cdots+\frac{\mathrm{A}_n}{x-a_n}=0;$$

j'ai déjà donné des règles permettant de déterminer une limite du nombre des racines qui sont comprises entre deux nombres donnés ; mais celles que l'on obtient, en suivant la voie que je viens d'indiquer, sont presque aussi simples et beaucoup plus précises dans un grand nombre de cas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle de la forme* $f\left(u, \frac{du}{dz}\right)=0$; par M. L. **Fuchs.** Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.

« Je vous ai déjà parlé du prix que j'attache à la méthode pour intégrer les équations différentielles de la forme $f\left(u, \frac{du}{dz}\right)=0$, que vous avez donnée dans vos Leçons à l'École Polytechnique. Je crois qu'il serait possible d'en tirer le Tableau de toutes les équations de ce genre qui admettent pour solutions des fonctions uniformes de la variable. Voici un exemple : supposons que l'on cherche toutes les équations

(1) $$\left(\frac{du}{dz}\right)^m=\mathrm{F}(u)=(u-a_1)^{n_1}(u-a_2)^{n_2}\ldots$$

qui s'intègrent par des fonctions uniformes et doublement périodiques, problème qu'ont résolu MM. Briot et Bouquet. La difficulté principale

qu'il faut vaincre consiste dans la détermination des dénominateurs des fractions $\frac{n_i}{m}$, supposées réduites à leur plus simple expression. On y parvient comme il suit, en employant votre méthode d'intégration. Je pose

$$\frac{n_i}{m} = \frac{\nu_i}{\mu_i},$$

où ν_i, μ_i n'ont aucun diviseur commun, et semblablement

$$\frac{n_1 + n_2 + \dots}{m} = \frac{\nu}{\mu},$$

ν et μ étant premiers entre eux. Cela posé, si l'équation (1) est intégrable par des fonctions uniformes et doublement périodiques, il faut que le nombre p, désignant la classe de la fonction algébrique η de u, définie par l'équation

$$(2) \qquad \eta^m = F(u),$$

soit égal à l'unité. Nommons ω le nombre des points de ramification simple de cette fonction, et employons une formule connue de Riemann [*Théorie des fonctions abéliennes* (*Journal de Borchardt*, t. LIV, n° 7)]

$$\omega - 2m = 2(p - 1);$$

vous voyez qu'on en conclut

$$(3) \qquad \omega = 2m.$$

Or, dans le point a_i se confondent $\frac{\mu_i - 1}{\mu_i} m$ points de ramification simple; d'ailleurs les entiers $n_1, n_2, \dots$ n'ont point tous un même facteur commun avec le nombre m, et comme, dans $z = \infty$, se confondent encore $\frac{\mu - 1}{\mu} m$ points de ramification simple, l'équation (3) donne

$$(4) \qquad \zeta - 1 = \sum \frac{1}{\mu_i} + \frac{1}{\mu},$$

en désignant par ζ le nombre des points $a_1, a_2, \dots$ pour lesquels $\mu_i > 1$, le signe Σ se rapportant à tous ces points.

» De cette équation résulte d'abord

$$(5) \qquad \zeta \geqq 2,$$

et, d'autre part, ayant $\mu_i \geqq 2$, $\mu \geqq 1$, on conclut de l'équation (4)

$$(6) \qquad \zeta \leqq 4.$$

On a donc ces trois cas à distinguer :

I. $\zeta = 2$.......... $\frac{1}{\mu_1} + \frac{1}{\mu_2} + \frac{1}{\mu} = 1$;

II. $\zeta = 3$.......... $\frac{1}{\mu_1} + \frac{1}{\mu_2} + \frac{1}{\mu_3} + \frac{1}{\mu} = 2$;

III. $\zeta = 4$.......... $\frac{1}{\mu_1} + \cdots + \frac{1}{\mu_4} + \frac{1}{\mu} = 3$.

» Les solutions de ces équations fournissent le Tableau qu'ont donné MM. Briot et Bouquet dans le *Journal de l'École Polytechnique* (XXXVI[e] Cahier, p. 222). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions irréductibles suivant un module premier*. Note de M. **A.-E. Pellet**.

« 1. Soit P le produit des racines d'une congruence irréductible suivant le module premier p, de degré ν, $F(x) \equiv 0 \pmod{p}$; n désignant l'exposant auquel appartient P suivant ce module p, $F(x)$ appartient, suivant le module p, à l'exposant Nn, N étant un nombre entier tel que les nombres n et $\frac{p^\nu - 1}{(p-1)N}$ soient premiers entre eux.

» 2. *q étant un facteur premier de n, $F(x^q)$ est irréductible (mod. p), si q ne divise pas $\frac{p-1}{n}$; si q divise $\frac{p-1}{n}$, $F(x^q)$ se décompose en un produit de q facteurs irréductibles (mod. p), d'égal degré ν.*

» Il en résulte que $F(x^\lambda)$ est irréductible (mod. p), si, ν étant pair, λ ne contient que des facteurs premiers de n, ne divisant pas $\frac{p-1}{n}$; lorsque ν est impair, on ne peut faire entrer dans λ qu'une fois le facteur 2, si p est de la forme $4m - 1$.

» 3. Soit $F_1(x) \equiv 0 \pmod{p}$ une congruence irréductible de degré ν_1, premier avec ν; désignons par i une racine de $F(x) \equiv 0 \pmod{p}$, par i_1 une racine de $F_1(x) \equiv 0 \pmod{p}$, par I le produit ii_1; I est racine d'une congruence irréductible de degré $\nu\nu_1$, $\mathfrak{F}(x) \equiv 0 \pmod{p}$. q_1 désignant un facteur premier de N ne divisant pas $p - 1$, $\mathfrak{F}(x^{q_1})$ est irréductible (mod. p),

si q_1 ne divise pas $\frac{p^\nu - 1}{N}$; si q_1 divise $\frac{p^\nu - 1}{N}$, $\mathfrak{F}(x^{q_1})$ se décompose en q_1 facteurs irréductibles d'égal degré $\nu\nu_1$.

» Il en résulte que $\mathfrak{F}(x^\lambda)$ est irréductible (mod. p) si λ ne contient que des facteurs premiers de N, ne divisant aucun des deux nombres $p-1$ et $\frac{p^\nu - 1}{N}$; les facteurs premiers de λ peuvent être affectés d'exposants quelconques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorème d'Arithmétique;*
par M. **Mathieu Weill.**

« Considérons un nombre $n = p.q$. Cherchons de combien de manières on peut former, avec n lettres, p groupes contenant chacun q lettres. Si, dans chacune des formations considérées, on permute d'abord les q lettres de chaque groupe entre elles, puis les groupes entre eux, on aura un nombre de permutations des n lettres égal à

$$[1.2.3\ldots q]^p[1.2.3\ldots p].$$

» Si l'on appelle x le nombre des formations, on voit que l'on aura

$$x[1.2.3\ldots q]^p[1.2.3\ldots p] = 1.2.3\ldots n,$$

et, comme x est entier, on a ce théorème :

» *Le produit* $1.2.3\ldots n$ *est divisible par* $[1.2.3\ldots q]^p[1.2.3\ldots p]$, *et, par suite, aussi par* $[1.2.3\ldots p]^q[1.2.3\ldots q]$.

» Cela posé, considérons un nombre $N = \alpha + pq$, et cherchons à former, avec un nombre de lettres égal à N, un assemblage contenant α lettres et p groupes de q lettres.

» Le nombre de manières de prendre α lettres, parmi les lettres considérées, au nombre de N, est égal à

$$\frac{1.2.3\ldots N}{[1.2.3\ldots\alpha][1.2.3\ldots(pq)]}.$$

» Ayant pris α lettres, il en reste un nombre égal à pq, qui donnent naissance à un nombre x de formations renfermant p groupes contenant chacun q lettres. Le nombre des formations demandées est alors égal à

$$\frac{1.2.3\ldots N}{[1.2.3\ldots\alpha][1.2.3\ldots q]^p[1.2.3\ldots p]}.$$

» Si l'on considère, en général, un nombre

$$N = \alpha + \beta + \ldots + pq + p_1 q_1 + \ldots,$$

on peut énoncer le théorème suivant :

» THÉORÈME. — *Si l'on considère un nombre*

$$N = \alpha + \beta + \ldots + p.q + p_1.q_1 + \ldots,$$

l'expression

$$\frac{1.2.3\ldots N}{[1.2.3\ldots\alpha][1.2.3\ldots\beta]\ldots[1.2.3\ldots q]^p[1.2.3\ldots p][1.2.3\ldots q_1]^{p_1}[1.2.3\ldots p_1]\ldots}$$

représente un nombre entier.

» On peut encore généraliser de la manière suivante : Si le nombre (pq) est remplacé par $(r.t.v.p)$, par exemple, les facteurs du dénominateur de l'expression considérée, relatifs à p et à q, pourront être remplacés par le produit suivant :

$$(1.2.3\ldots r)^{t.v.p}(1.2.3\ldots t)^{v.p}(1.2.3\ldots v)^p(1.2.3\ldots p).$$

» Le théorème énoncé, et qui est susceptible d'un grand nombre d'applications diverses, comprend, comme cas particulier, le théorème bien connu relatif au produit $[1.2.3\ldots m]$, qui est toujours divisible par le produit $[1.2.3\ldots\alpha][1.2.3\ldots\beta]\ldots[1.2.3\ldots\lambda]$, la somme $\alpha+\beta+\ldots+\lambda$ étant égale ou inférieure à m; notre théorème prouve que, si p des nombres α, β, ... deviennent égaux entre eux, le produit $[1.2.3\ldots m]$ devient, par cela même, divisible par un nouveau facteur, qui est le produit $[1.2.3\ldots p]$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Amplitude de l'oscillation diurne de la déclinaison magnétique obtenue à l'Observatoire du Royal Collège Charles-Albert, à Moncalieri, dans les années* 1879 *et* 1880. Note de M. DENZA.

« Il y a deux ans, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats obtenus dans cet Observatoire pendant la période qui s'étend de 1871 à 1878, relativement à la variation diurne de la déclinaison magnétique.

» Je crois utile de lui adresser aujourd'hui, comme suite, les résultats obtenus dans les deux dernières années, 1879 et 1880, sur ce même élément

de Physique terrestre, afin d'en pouvoir suivre régulièrement la marche dans nos régions.

» J'indique ci-après les valeurs moyennes de l'amplitude de l'oscillation diurne, observée avec l'aiguille de déclinaison, pendant chaque mois, dans les deux années 1879 et 1880.

» Il est à remarquer que les moyennes correspondantes aux deux mois d'avril et de mai 1879 s'approchent peu de la réalité, la première étant trop faible, et la seconde trop forte. Il faut en attribuer la cause aux réparations que l'on a dû faire à l'instrument, en raison de quelques dégâts qui y étaient survenus, ce qui fait que les observations ont été interrompues depuis le 15 avril jusqu'au 10 mai.

» Les chiffres contenus dans le Tableau suivant représentent des minutes d'arc, avec les centièmes.

Valeurs moyennes de l'excursion diurne de la déclinaison magnétique, déduites des observations trihoraires de 6^h *m. à* 9^h *s., à Moncalieri, pendant les années* 1879 *et* 1880.

	1879.	1880.
Janvier	3',25	3',51
Février	3,75	6,03
Mars	5,05	7,60
Avril	5,20?	8,43
Mai	8,14?	7,08
Juin	8,28	8,40
Juillet	8,32	9,41
Août	9,29	7,73
Septembre	8,14	7,20
Octobre	7,64	5,61
Novembre	4,92	5,75
Décembre	3,22	3,80

» De la simple inspection de ces valeurs, on déduit que la marche de la variation journalière de la déclinaison magnétique durant ces dernières années a été, dans son ensemble, telle que je l'avais exposée dans la Note précitée, en m'appuyant sur les résultats moyens mensuels de la période 1871-1878, c'est-à-dire que :

» 1° Le minimum des valeurs se présente dans les mois d'hiver, et leur maximum correspond aux mois d'été;

» 2° Les valeurs des mois d'été sont très variables. En 1879, la valeur du mois de juillet a été inférieure à celle du mois d'août, tandis que le contraire a eu lieu en 1880.

» Les valeurs moyennes annuelles de l'amplitude de la course de la déclinaison magnétique sont, pour Moncalieri :

En 1879	6',32
En 1880	6',71.

» La première de ces deux valeurs n'est pas entièrement exacte, pour la raison que j'ai indiquée plus haut. Mais toutes les deux sont supérieures à celles des années 1877 et 1878; celle de 1878 est la plus faible de toute la période 1870-1881.

» Ainsi est confirmé ce que j'avançais dans ma Note précédente, à savoir que l'époque du minimum est déjà passée, et qu'il a eu lieu en 1878, ou plutôt entre les années 1877 et 1878. Car, si l'on examine les moyennes mensuelles, les plus faibles sont celles de décembre 1877, et de janvier et décembre 1878. La première période, qui s'étend du mois de décembre 1877 au mois de février 1878, doit être considérée comme la vraie époque du minimum pour la série 1870-1880; pendant presque huit décades consécutives, depuis la première du mois de décembre 1877 jusqu'à la seconde de février 1878 inclusivement, la course moyenne de la déclinaison n'a jamais atteint trois minutes d'arc.

» Le minimum mensuel des onze dernières années a été celui de décembre 1877 (2',49); mais le minimum absolu par décade s'est produit dans la seconde décade du même mois de l'année suivante 1878; il a été de 2',05. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la méthode de M. Lippmann pour la détermination de l'ohm.* Note de M. **Brillouin.**

« Les observations que j'ai présentées, dans une Communication précédente, sur la méthode de M. Lippmann pour la détermination de l'ohm, portaient spécialement sur deux points : 1° le principe de la méthode; 2° les irrégularités probables d'expérience. C'est sur ce second point seul qu'ont porté les calculs numériques de la réponse de M. Lippmann (*Comptes rendus*, 5 décembre 1881). Quant au premier point, M. Lippmann a admis implicitement dans sa première Note, très explicitement dans la seconde, qu'on a en général le droit de négliger l'influence de la capacité du fil d'un circuit ouvert, sur la différence de potentiel qu'il présente entre ses extrémités, et particulièrement sur le maximum de la différence du potentiel qui se produit quand le circuit tourne d'un mouvement uniforme

dans le champ magnétique terrestre. C'est le degré d'exactitude de cette hypothèse que je vais examiner : 1° pour un cadre de dimensions particulières, celui de l'Association Britannique, que M. Lippmann a choisi comme exemple; 2° pour un certain nombre de bobines différentes, qui permettront de formuler une conclusion générale. Dans ces calculs, j'adopterai, comme donnant une indication suffisante, l'artifice employé par M. Lippmann, qui consiste à reporter aux extrémités du fil la capacité évaluée par excès ([1]). Conservant ses notations, la différence de potentiel maximum y_m est le produit de l'inverse de la capacité a^2, par le coefficient de $\sin(nt - \varepsilon)$ dans l'expression x de la charge du condensateur; on a

$$y_m = a^2 \frac{\mathrm{A} \sin \varepsilon}{b^2 n} = \frac{\mathrm{A}}{\sqrt{\left(1 - \frac{mn^2}{a^2}\right)^2 + \frac{{}^2 b^4}{a^4}}}.$$

C'est A qu'on introduit dans le calcul; ce qu'on mesure est une quantité comprise entre A et y_m; les deux quantités intéressantes à calculer sont donc $\frac{y_m}{\mathrm{A}}$ et $\frac{y_m}{\mathrm{A}} - 1 = \delta$, limite supérieure de l'erreur relative systématique.

» I. *Cadre de l'Association Britannique rempli par des fils de divers diamètres.* — Quand la forme extérieure d'une bobine reste la même, son coefficient d'induction propre et sa résistance sont sensiblement proportionnels au carré du nombre des spires ([2]), c'est-à-dire en raison inverse de la quatrième puissance du diamètre du fil, d.

» En posant

$$d = k \times 1^{\text{mm}},37,$$

on a

$$m' = mk^{-4} = 4,5 \,.\, 10^7 k^{-4}, \quad b'^2 = b^2 \times k^{-4} = 4,5 \,.\, 10^9 k^{-4}.$$

Comme la capacité a déjà été calculée par excès, je supposerai seulement

---

([1]) Cet artifice repose pourtant sur l'hypothèse qu'en exagérant la capacité on exagère l'erreur. Étudions une bobine constante, dont les extrémités du fil sont en communication avec une capacité variable. Les formules citées dans cet article montrent que, la capacité croissant constamment, l'erreur δ croît, passe par un maximum, s'annule, devient négative et tend vers -1. C'est seulement dans les deux régions extrêmes que l'artifice est légitime. Dans la région intermédiaire, entre le maximum et le zéro de l'erreur, la valeur absolue de δ varie en sens inverse de la capacité, et ne donne plus aucune indication.

([2]) Rigoureusement, quand on suppose que l'épaisseur de l'isolant varie dans la même proportion que le diamètre du fil.

qu'elle change proportionnellement à la surface totale du fil :

$$a'^2 = ka^2 = k \times 0{,}9 \cdot 10^{16}.$$

» Enfin j'adopterai dans toute la suite la vitesse de 6 tours par seconde. On trouve ainsi :

d^{mm}.	$1^m,37$ (¹).	1,00.	0,7.	0,3.	0,2.	0,137.	0,1.
$\frac{\gamma m}{A}$	1,000007	1,000035	1,00021	1,0143	1,07	0,51	0,10
δ	+0,000007	+0,000035	+0,00021	+0,0143	+0,07	−0,49	−0,90

» II. Les données d'un second exemple sont extraites d'un de mes cahiers d'expériences. Le diamètre extérieur de la bobine est $0^m,06$; son diamètre extérieur, $0^m,02$; sa longueur, $0^m,05$. Deux fils de cuivre de $0^{mm},25$ de diamètre y sont enroulés côte à côte. On a trouvé par expérience :

Coefficient d'induction de la bobine sur elle-même, m (les deux fils réunis bout à bout dans le même sens).......... $0{,}9 \cdot 10^8$
Résistance totale b^2.................................. $176 \cdot 10^9$
Les deux fils séparés formant condensateur. Capacité mutuelle $\frac{1}{a^2}$.. $0{,}7 \cdot 10^{-16}$

Telles sont les données que j'introduirai dans le calcul. Il est probable que l'influence de cette capacité supposée concentrée aux deux extrémités est de même ordre que son influence réelle.

» Pour des bobines de forme extérieure semblable, remplies avec le même fil, isolé de la même manière, il est facile d'établir que l'on a, k étant le rapport de similitude,

$$m' = mk^5, \quad b'^2 = b^2 k^3, \quad a'^2 = a^2 k^{-3}.$$

» Si l'on fait tourner de pareilles bobines dans le champ magnétique

(¹) La démonstration expérimentale de la nullité du courant dans le circuit ouvert, rappelée par M. Lippmann, est relative seulement à ce diamètre particulier du fil. Soit γ le rapport du courant maximum dans le circuit ouvert terminé par la capacité $\frac{1}{a^2}$, au courant maximum dans le même circuit fermé. En calculant le rapport $\frac{\gamma}{\delta}$, on trouve 2, 8 pour les quatre plus grandes valeurs de d; puis, pour les dernières, $\frac{1}{3}$, 1, $\frac{1}{9}$ environ. On peut donc admettre que, pour cette forme du cadre, la valeur de γ indique grossièrement l'ordre de grandeur de δ.

terrestre, les valeurs correspondantes de $\frac{y_m}{A}$ et de δ seront faciles à calculer au moyen des relations précédentes. On forme ainsi le Tableau suivant :

k.	1.	2.	3.	4.	5.	10.
$\frac{y_m}{A}$	1,00009	1,024	2,4	0,188	0,028	0,00011
δ	+0,00009	+0,024	+1,4	−0,812	−0,972	−0,99989

» Pour $k = 2$, c'est-à-dire pour une bobine de $0^m,12$ de diamètre et $0^m,10$ de longueur, la limite de l'erreur est déjà $\frac{1}{40}$. Suivant la bobine employée, la quantité qu'on mesure est comprise entre la dix-millième partie et plus du double de celle qu'on veut connaître.

» Je crois donc pouvoir conclure :

» 1° Exposée dans toute la généralité de la première Note, la méthode de M. Lippmann mesure une quantité absolument inconnue. Les phénomènes dus à la capacité du fil ne sont pas négligeables en général.

» 2° Avec les dimensions particulières indiquées dans la réponse, il est possible que la méthode fournisse une détermination exacte de l'ohm. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Historique du procédé employé pour le cuivrage direct de la fonte.* Lettre de M. F. **Weil** à M. le Président.

« Paris, le 19 décembre 1881.

» ...Mes brevets datent de 1863. Les produits qui ont été mis récemment sous les yeux de l'Académie ont figuré à l'Exposition de Bordeaux en 1865, et à l'Exposition universelle de Paris en 1867. Les procédés ont été décrits dans les *Annales de Chimie et de Physique* en 1865. Les bains spécifiés dans mes brevets sont des bains renfermant des sels de cuivre *à acides organiques*, tels que les acides tartrique, racémique, citrique, oxalique, etc.; ou des matières organiques neutres, telles que la glycérine, et des sels alcalins formés par ces acides, *avec excès d'alcali*.

» Les bains brevetés par le Val d'Osne, en 1872 et 1873, sont des bains renfermant des sels de cuivre *à acides organiques*, tels que : acides tartrique, citrique, oxalique, etc.; des sels alcalins *et un excès d'acide, quand ils n'attaquent point trop fortement le fer*.

» La seule différence entre nos brevets est donc que je n'emploie pas, ET POUR CAUSE, d'excès d'acide attaquant le fer, tandis que mes bains alcalino-organiques dissolvent seulement la rouille.

» J'exécute le cuivrage par l'intervention d'un faible courant électrique, produit par le couple fer-zinc et cuivre-zinc, ou bien, pour les fortes épaisseurs, à l'aide d'une pile, et, depuis 1869, à l'aide d'une machine magnéto-électrique. C'est absolument à l'aide des mêmes moyens que le Val d'Osne opère.

» C'est seulement depuis l'Exposition universelle de 1878, époque de l'expiration de mes brevets de 1863, que j'ai pris connaissance, ainsi que le public, des échantillons de cuivrage obtenus par le Val d'Osne.

» J'ai fait figurer à la récente Exposition d'électricité, parmi mes produits nouveaux, des fontes déjà cuivrées par moi en 1865 (entre autres le buste de la Dubarry), ainsi que des pièces cuivrées à forte épaisseur, de 1869 à 1872, par M. Auguste Achard, au moyen de mes bains et de sa machine magnéto-électrique [1]. J'ai voulu démontrer ainsi la parfaite résistance aux intempéries des fontes cuivrées selon mes procédés, pendant quinze années, et constater mes droits *à la priorité*. Que le Val d'Osne ou d'autres industriels emploient mes procédés de cuivrage, rien de mieux. Depuis décembre 1878, mes brevets appartiennent au domaine public.

» Mais je maintiens mes droits *à l'invention*, que j'ai perfectionnée avec persévérance. Cette invention a été appliquée, dans notre pays, sur une petite échelle; mais elle a reçu une extension plus grande à l'étranger, notamment en Allemagne et en Hongrie, comme l'attestent, entre autres, quelques candélabres de l'éclairage public de la ville de Pesth, établis en 1872.

» Le moyen d'exécution de mon procédé, qui doit être employé de préférence pour la plupart de ses applications industrielles, consiste dans l'emploi d'une machine magnéto-électrique ou dynamo-électrique. Ce moyen, qui est le dernier perfectionnement apporté à mon procédé, n'a été appliqué qu'à Paris (à partir de 1869) et non pas à l'étranger. »

---

(1) Voici la lettre qui vient de m'être adressée par M. Achard :

« Conformément à votre désir, et pour rendre hommage à la vérité, je reconnais que vous m'avez fourni des bains alcalino-organiques de cuivre, pendant les années 1869, 1870, 1871 et 1872.

» Au moyen de ces bains et d'une machine magnéto-électrique, j'ai déposé, sur des pièces de fer et de fonte, du cuivre fortement adhérent et en couches épaisses.

» Je vous ai remis quelques-unes de ces pièces, qui ont été cuivrées de 1869 à 1871, pour être ajoutées à votre exposition, cette année, au Palais de l'Industrie; elles étaient très bien conservées.

» F.-A. Achard. »

CHIMIE. — *Sur la diffusion des solides dans les solides.* Note de M. ALB. COLSON.

« Les remarques faites par M. Schützenberger, dans son étude des carbures de Russie, m'ont conduit à des recherches sur la *diffusion* des solides dans les solides.

» Quand on chauffe, en atmosphère réductrice, une lame de fer dans du noir de fumée, non seulement le carbone passe dans le fer pour le transformer successivement en acier, puis en fonte, mais des quantités notables de fer passent, se *diffusent* dans le charbon.

» Cette diffusion se fait même à une température inférieure au rouge : à 250°, elle peut avoir lieu, si on prolonge l'expérience pendant vingt-quatre heures. A une température rouge, du fil de fer de clavecin perd de son poids, mais conserve sa malléabilité et son éclat métallique, si on le chauffe deux heures dans du noir et en creuset de charbon entouré d'une brasque de noir de fumée. Après refroidissement, j'ai constaté que le noir contenait du fer. Il semble donc qu'à basse température le fer se diffuse plus facilement dans le charbon, tandis qu'à haute température c'est l'inverse qui a lieu, ainsi que le démontre la formation de l'acier dans le charbon.

» En répétant les mêmes expériences sur le platine, on ne remarque rien d'analogue, quelle que soit la température.

» Or, comme le platine ne se combine pas directement au charbon (je l'ai constaté), j'ai conclu de ce qui précède que la diffusion sèche a la plus grande analogie avec la diffusion des liquides dans les liquides. En effet, pour que la diffusion d'un liquide dans un autre soit possible, ou du moins sensible, il faut que ces liquides se dissolvent mutuellement; de même, pour que deux solides se diffusent l'un dans l'autre, il faut qu'il y ait affinité entre eux ou, plus généralement, qu'ils puissent réagir l'un sur l'autre. Voici quelques expériences à l'appui de ce rapprochement.

» Non seulement le chlorure d'argent se diffuse dans le chlorure de sodium sec, mais l'argent pur, chauffé dans des chlorures alcalins purs et secs, à une température inférieure à la fusion de ceux-ci, perd de son poids, et l'on observe, si l'on opère à la lumière, une traînée brune qui indique la diffusion du chlorure d'argent formé dans le sel alcalin. Il y a formation d'alcali par l'action de l'oxygène de l'air.

» En chauffant, dans un courant d'acide carbonique, du sulfure de fer artificiel soigneusement poli et posé sur une lame de cuivre, de faibles

quantités de soufre se séparent du fer et se fixent sur le cuivre au bout d'un certain temps. On peut répéter plusieurs fois l'expérience avec le même sulfure.

» Si, dans un creuset de charbon, placé lui-même dans une brasque de noir de fumée, on introduit de la chaux pure recouvrant un fil de clavecin, et qu'on chauffe au rouge, le fer augmente de poids. L'analyse indique la présence de calcium dans le fer. Le calcium est diffusé, puisqu'une digestion prolongée avec une solution de chlorhydrate d'ammoniaque bouillante ne l'enlève pas. Le fer devient cassant, si l'expérience se prolonge au delà de trois heures.

Dans une prochaine Note, j'indiquerai l'application que j'ai faite de la diffusion de la silice à la production de siliciures métalliques.

» Suivant quelle loi le fer diffusé est-il distribué dans une masse de charbon?

» Dans un cylindre en charbon de cornue, je dispose alternativement des disques de fer, de même diamètre, et du noir de fumée comprimé de la même façon; puis, je porte au rouge le cylindre enfermé en creuset brasqué. Supposons des disques séparés par deux cylindres A et B de noir de fumée; si le cylindre A a une hauteur double de celle de B, en retranchant la quantité de fer qu'il contient de celle que contient B, la différence représentera le poids de fer contenu dans un cylindre égal à B, mais situé à une distance double du métal. Tel est le principe de la méthode dont je me suis servi.

» La hauteur h des cylindres est proportionnelle à leur poids, et par conséquent facile à déterminer.

» Les quantités de fer obtenues par pesées sont très petites et ne varient que de $0^{gr},002$ à $5^{mm},25$, h variant de 1 à 3. En remarquant que, sur le disque ($h = 0$), la quantité de fer contenue dans l'unité de volume est très grande par rapport à celle qui se trouve à la distance $h = 1$, et que cette quantité est nulle quand h est très grand, on arrive à examiner si les chiffres obtenus ne répondent pas à la loi $hp =$ const. (p étant le poids du fer contenu dans l'unité de volume situé à la distance h).

» Or, en appliquant le Calcul des probabilités, on trouve :

1° Que l'erreur probable d'une des seize déterminations effectuées est de $\pm 0^{mm},157$, ou du moins $< 0^{mm},2$;

» 2° Que les écarts avec la loi $hp =$ const. ont assez bien le caractère des erreurs accidentelles;

» 3° Que la loi cherchée ne doit pas beaucoup différer de $hp =$ const. dans la limite de mes observations.

Une expérience isolée, faite dans d'autres conditions de température et de dosage (le fer était dosé par liqueur titrée), vient encore à l'appui de ces conclusions :

	Quantité de fer.
	mm
Pour $h = 1$	2,8
» $h = 3$	1
» $h = 5$	0,6

» Je joindrai dans la prochaine Note l'étude de l'influence du temps sur les applications dont j'ai parlé. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la température de combustion et sur la dissociation de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau.* Note de MM. **Mallard** et **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« La détermination des chaleurs spécifiques de l'acide carbonique, de la vapeur d'eau et des gaz permanents, à des températures voisines de 2000°, permet, sinon de résoudre complètement, du moins de serrer de plus près deux problèmes intimement liés l'un à l'autre. Ce sont : 1° la fixation des températures de combustion des principaux mélanges gazeux inflammables; 2° celle de la dissociation des gaz composés.

» Nous avons déjà dit, dans notre dernière Communication ([1]), que nous n'avions point constaté avec certitude de dissociation dans la vapeur d'eau, même à des températures très élevées. Il en résulte que, pour les mélanges dans lesquels l'élément combustible est l'hydrogène, on peut déduire directement, des pressions développées dans une capacité fermée, les températures de combustion. Ces températures peuvent aussi se déduire des formules données dans notre précédente Communication, et qui représentent la loi de variation, avec la température, des chaleurs spécifiques de la vapeur d'eau et des gaz permanents. En comparant les températures déterminées directement par l'expérience avec celles qu'on peut ainsi calculer, on trouve un accord satisfaisant. La différence relative ne dépasse pas 4 à 5 pour 100, et c'est la limite d'erreur que comportent nos déterminations. C'est ce que montre le Tableau suivant, qui donne les résultats de quelques-unes de nos observations.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1014

» Nos formules relatives aux chaleurs spécifiques de la vapeur d'eau et de gaz permanents représentent donc bien exactement les faits entre 1100° et 2700°. Si l'on suppose que ces formules restent encore exactes pour des températures plus élevées, on peut calculer la température de combustion du mélange tonnant d'hydrogène et d'oxygène brûlant dans une capacité fermée. Elle serait égale à 3480°. Nous avons observé directement, pour des mélanges dont la composition était voisine de celle du mélange tonnant, des températures variant entre 3100° et 3300°. La dissociation de la vapeur d'eau semble donc être encore faible même à cette température considérable.

Volumes de gaz étrangers pour 1vol de mélange tonnant.					Températures	
Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Vol. total des gaz permanents.	Vapeur d'eau.	observées.	calculées.
»	0,49	»	0,49	0,02	2740°	2660°
0,52	»	»	0,52	0,02	2680	2610
»	0,99	»	0,99	0,03	2190	2230
0,96	»	»	0,96	0,06	2190	2230
»	»	1,28	1,28	0,05	2080	2050
2,07	»	»	2,07	0,04	1750	1750
»	1,96	»	1,96	0,04	1750	1790
»	0,15	1,86	2,01	0,05	1770	1760
2,84	»	1,33	4,17	0,07	1240	1220
»	0,72	3,99	4,71	0,09	1140	1140

» Les températures de combustion que nous venons d'indiquer se rapportent toutes à des détonations faites dans une capacité fermée; ce sont alors les chaleurs spécifiques à volume constant qui interviennent dans les calculs. Dans les conditions ordinaires de la combustion, les gaz se dilatent librement, et la température est diminuée. Malheureusement on ignore quelle est, aux températures élevées, la relation qui existe entre les deux chaleurs spécifiques d'un gaz. M. Wüllner a montré que, pour les gaz simples, de 0° à 100°, elles vont en se rapprochant l'une de l'autre à mesure que la température augmente. Le contraire a lieu pour l'acide carbonique, mais, dans les deux cas, le rapport de la chaleur à pression constante à la chaleur à volume constant va en diminuant avec l'élévation de la température. L'effet signalé par M. Wüllner peut devenir très important à 2000°; si cependant on le négligeait, en ne tenant compte que du travail extérieur, on trouverait la température théorique du mélange tonnant d'hydrogène et d'oxygène, brûlant à pression constante, égale à 3200 environ, en supposant qu'il n'y ait pas de dissociation. En admettant une légère dis-

sociation, on arriverait à une température voisine de celle de 2800 à 2900, que Henri Sainte-Claire Deville avait fini par adopter en dernier lieu. On trouverait, avec les mêmes hypothèses, la température du mélange tonnant d'hydrogène et d'air, dans les conditions ordinaires de la combustion, égale à 1830°.

» Nous avons déjà dit comment nous avons pu constater que la dissociation de l'acide carbonique ne devient sensible qu'au-dessus de 1800°. Ce résultat est d'accord avec les observations de M. Crafts, qui n'a pu observer de dissociation au-dessous de 1500°. Aucune de ces observations n'est d'ailleurs en désaccord avec celles de Sainte-Claire Deville, qui pouvait, avec ses procédés d'observation, constater une dissociation de quelques millièmes qui échapperait à M. Crafts comme à nous.

» Quoi qu'il en soit, cette petitesse de la dissociation nous a permis de déterminer la chaleur spécifique de l'acide carbonique au-dessous de 2000°. Mais le prolongement, au-dessus de 2000°, de la formule que nous avons donnée dans notre précédente Communication, est purement hypothétique. Il l'est d'autant plus que cette formule conduit à un maximum de 13,7 vers 2610°. Il est aisé de voir que de très légères variations, compatibles avec les incertitudes de nos observations, sur les températures de combustion, entre 1800° à 2000°, feraient varier beaucoup la position et la grandeur de ce maximum.

Si cependant on admettait la légitimité du prolongement de notre formule, on déduirait de nos observations que la température de combustion du mélange tonnant d'oxyde de carbone et d'oxygène est de 3200°, avec une dissociation de 30 pour 100 environ.

» Le Tableau suivant donne quelques-uns de nos résultats pour des mélanges dans lesquels l'élément combustible est l'oxyde de carbone, et qui développent en brûlant des températures pour lesquelles la dissociation est faible.

Volumes de gaz étrangers ajoutés à 1vol de mélange tonnant.							
Oxyde de carbone.	Oxygène.	Azote.	Volume total de gaz permanents.	Acide carbonique.	Vapeur d'eau.	Températures observées.	Températures calculées.
»	»	»	»	1,61	0,05	2025°	2040°
»	»	»	»	1,82	0,04	1880	1860
»	»	»	0,08	2,01	0,04	1680	1690
»	»	»	0,06	2,11	0,03	1600	1660
»	»	1,27	1,27	»	0,05	2270	2260
»	»	2,11	2,11	»	0,04	1900	1860

» On voit par ce Tableau que la dissociation ne paraît pas encore très notable à la température de 2260°, qui est celle de la combustion, en vase clos, du mélange tonnant d'oxyde de carbone et d'air. En négligeant, comme pour l'hydrogène, le travail intérieur qui accompagne la dilatation, on trouverait que le même mélange, brûlant à l'air libre, développerait une température de 2050°. »

CHIMIE. — *Sur le chromocyanure de potassium*. Note de M. **H. Moissan**.

« Dans deux Notes précédentes ([1]), j'ai étudié la préparation et les propriétés des quelques nouveaux sels de protoxyde de chrome. Ces recherches m'ont amené à reprendre l'étude des composés analogues aux ferrocyanures formés par le chrome, le cyanogène et les différents métaux. J'exposerai, dans cette Note, ce qui est relatif au chromocyanure de potassium, me réservant de traiter la question historique dans le Mémoire d'ensemble que je publierai sur ce sujet.

» Je dois cependant rappeler ici que M. Descamps a donné le nom de *chromocyanure de potassium* à un sel bleu très instable, fournissant une solution rouge ([2]). Antérieurement à ces recherches, Berzélius ([3]), en faisant réagir du cyanure chromique sur le cyanure de potassium, et ensuite Fresenius et Haidlen ([4]), en traitant d'une solution d'un sel chromique par le cyanure de potassium, ont décrit, comme étant le chromocyanure de potassium, un sel jaune dont les propriétés se rapprochent bien de celles du composé que j'ai préparé.

» Lorsque l'on met en présence, dans un vase fermé, à la température ordinaire, l'acétate de protoxyde de chrome et une faible quantité d'une solution aqueuse de cyanure de potassium, le mélange s'échauffe beaucoup, et il se forme un précipité de couleur foncée que surnage un liquide faiblement coloré en jaune paille. Si le cyanure de potassium est en excès, le précipité devient vert et le liquide se colore en jaune plus intense. On agite le flacon jusqu'à ce que la réaction soit complète, puis on l'aban-

---

([1]) *Sur la préparation et les propriétés du protochlorure de chrome et du sulfate de protoxyde de chrome* (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 792). — *Sur le protobromure et le protoiodure de chrome et sur l'oxalate du protoxyde de chrome* (même Tome, p. 1051).

([2]) A. Descamps, Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris, 1869, et *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIV, p. 178; 1881.

([3]) Berzélius, *Jahresb.*, t. XXV, p. 307, et *Traité de Chimie*, édition française; 1846.

([4]) Fresenius et Haidlen, *Ann. Chem. Pharm.*, t. XLIII, p. 135.

donne pendant une huitaine de jours. La couleur du liquide devient moins foncée, et l'on trouve souvent dans le flacon une abondante cristallisation de longues aiguilles d'un jaune clair. On reprend le tout par de l'eau distillée, on filtre, on évapore jusqu'à cristallisation, et l'on obtient ainsi un sel jaune, contenant encore du carbonate et du cyanure de potassium, que l'on purifie par des cristallisations successives.

» Le dégagement de chaleur qui se produit, dans cette réaction, est assez considérable pour être comparé à celui que l'on obtient dans la préparation du ferrocyanure de potassium. M. Berthelot a démontré que, dans ce dernier cas, la stabilité de ce composé et ses réactions s'expliquent facilement par les conditions thermiques dans lesquelles il se produit (1).

» J'ai encore obtenu le chromocyanure de potassium :

» 1° En faisant réagir du cyanure de potassium sur une solution de protochlorure de chrome;

» 2° En chauffant, en tube scellé, à 100°, du chrome porphyrisé avec une solution concentrée de cyanure de potassium;

» 3° Par l'action du cyanure de potassium sur le carbonate chromeux.

» Le chromocyanure de potassium se présente en beaux cristaux maclés, de couleur jaune clair, qui peuvent atteindre parfois plusieurs centimètres de longueur. 10^{cc} d'eau à 20° en dissolvent $3^{gr},233$. Sa densité est de 1,71. Il n'agit pas sur la lumière polarisée. Sa solution saturée, examinée au spectroscope sur une épaisseur de $0^{m},15$, donne une absorption totale du violet, une absorption plus faible du bleu et trois bandes bien visibles dans le vert. Ce sel est anhydre, à peu près inaltérable à l'air, à la température ordinaire. J'ai pu en conserver plus d'une année dans des vases ouverts, abandonnés dans le laboratoire. Il a une saveur complètement analogue à celle du ferrocyanure. Sous l'action d'un courant électrique, sa solution donne au pôle positif du chromicyanure; au pôle négatif, un dégagement d'hydrogène et de la potasse.

» Chauffé au rouge sombre, à l'abri de l'air, il fond, puis dégage de l'azote, et laisse un résidu de carbure de chrome et de cyanure de potassium. Chauffé avec de l'acide sulfurique monohydraté, il dégage de l'oxyde de carbone; avec l'acide sulfurique étendu, il donne de l'acide cyanhydrique. Les corps oxydants, tels que le chlore, l'eau oxygénée, l'acide chromique, transforment la solution jaune clair de chromocyanure de

(1) Berthelot, *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 699.

potassium en un liquide rouge, qui contient du chromicyanure. Sa formule est $CrCy, K^2Cy^2$ (1).

» De même que le fer dans les ferrocyanures, le chrome n'est pas décelé dans ce composé par les alcalis et les sulfures alcalins. En général, il ne donne pas de précipité avec les sels métalliques acides. En présence des sels de manganèse, de zinc et de cadmium, précipité blanc; avec les sels de plomb et d'argent, précipité jaune; avec les sels de protoxyde de chrome, précipité noirâtre. Sa réaction caractéristique est de fournir, avec les sels de protoxyde de fer, un précipité rouge orangé, devenant ocreux.

» Enfin, son action physiologique est, en tous points, comparable à celle du ferrocyanure. L'acide cyanhydrique, qui, dans ce composé, se forme si facilement sous l'action de l'acide sulfurique étendu, n'agit pas sur l'organisme. On a injecté à un cobaye adulte, au moyen d'une seringue de Pravaz et par deux piqûres simultanées, l'une au pli de l'aine et l'autre à l'aisselle, $0^{gr},750$ de sel en solution. Ce poids représente environ 1^{gr} de matière par kilogramme d'animal. L'injection a été faite à $2^h 30^m$; à 4^h, l'urine du cobaye a été recueillie, et elle a fourni tous les caractères du chromocyanure de potassium. Depuis cette expérience, l'animal se porte très bien et ne présente aucun trouble.

» Par l'ensemble de ses caractères, de sa préparation et de son analyse, ce composé se rapproche donc bien du ferrocyanure de potassium. »

---

(1) Le chrome a été dosé à l'état de sesquioxyde, après avoir été transformé en sulfate de chrome, puis en chromate de mercure. La potasse a été dosée à l'état de chlorure double de platine et de potassium, en présence du sesquichlorure de chrome en solution alcoolique. L'azote a été obtenu par la chaux sodée ; le carbone, par un grillage de la matière mélangée d'acide tungstique. J'ai obtenu ainsi les chiffres suivants :

	1°.	2°.	3°.	4°.	Calculé.
Cr	13,85	14,40	14,12	14,68	14,379
K^2	40,42	41,32	41,10	»	42,810
C^6	21,10	20,78	21,16	21,30	19,758
Az^3	24,33	24,07	»	24,76	23,051
	99,69	100,56			99,998

Malgré tout le soin apporté à cette analyse, j'ai toujours obtenu un excès de carbone et d'azote. Du reste, la solution aqueuse de chromocyanure de potassium, maintenue un certain temps à l'ébullition, prend une légère odeur d'acide cyanhydrique et fournit un faible dépôt de sesquioxyde de chrome.

CHIMIE. — *Sur la décomposition des formiates métalliques en présence de l'eau. Production de quelques espèces minérales cristallisées.* Note de M. J. **Riban**, présentée par M. Berthelot.

« Le formiate de cuivre, placé dans les mêmes conditions que les sels que j'ai précédemment étudiés (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1023), présente des phénomènes singuliers qui m'ont obligé à en faire une étude approfondie dans des conditions variées.

» Si l'on fait bouillir à l'air libre une solution de formiate de cuivre, elle perd de l'acide formique, et il se précipite une poudre cristallisée vert pâle insoluble dans l'eau. Après dessiccation à 100°, elle donne à l'analyse $(CHO^2)^2Cu, 2(H^2CuO^2)$; c'est un formiate tribasique de cuivre analogue à l'acétate tricuivrique. Par une ébullition prolongée, ce sel lui-même se détruit lentement avec dégagement d'acide carbonique et formation d'oxydule de cuivre. La même expérience, répétée en vase clos, vide d'air, à 100°, montre que vers deux cents heures de chauffe environ l'on a atteint un état limite où l'on trouve la liqueur décolorée, de l'acide formique régénéré, tout le cuivre à l'état d'oxydule cristallisé, et un volume de gaz carbonique représentant le quart du carbone formique du sel; ce que l'on peut traduire par l'équation suivante :

$$2[(CHO^2)^2Cu] + H^2O = CO^2 + Cu^2O + 3(CH^2O^2);$$

il se forme, en outre, une petite dose d'hydrogène, 2 à 4 pour 100 du volume gazeux, et des traces de cuivre réduit, mais pas d'oxyde de carbone.

» A la température de 175°, il se produit une série de transformations successives qu'il n'a été possible d'élucider qu'en étudiant la décomposition du sel en fonction du temps de la chauffe, et en dosant les divers produits formés.

» Voici les résultats :

Durée de la chauffe	1h.	3h.	9h.	24h.	36h.	49h.	72h.	99h.	119h.
Acide carbonique	27,0	40,7	76,7	82,1	91,4	92,0	91,6	90,9	89,6
Hydrogène	5,3	19,9	52,7	57,7	59,8	57,6	48,7	48,5	48,4

» On observe que dans les premiers instants il ne se produit que l'acide carbonique, en vertu de l'équation précédente; puis, les corps du deuxième membre de cette équation réagissant les uns sur les autres, l'oxydule de cuivre dédouble par action dite de contact l'acide formique

régénéré en hydrogène et gaz carbonique, qui s'ajoutent à l'acide carbonique initial de telle sorte que, par les progrès de la chauffe, le rapport des deux gaz passe par la valeur $\frac{1}{2}$:

$$CO^2 + Cu^2O + 3(CH^2O^2) = \underbrace{2H}_{2^{vol}} + \underbrace{2CO^2}_{4^{vol}} + Cu^2O + 2(CH^2O^2);$$

puis, croissant encore, il tend vers un maximum $\frac{3}{4}$:

$$2H + 2CO^2 + Cu^2O + 2(CH^2O^2) = \underbrace{6H}_{6^{vol}} + \underbrace{4CO^2}_{8^{vol}} + Cu^2O.$$

» Le dédoublement de l'acide formique est maintenant complet, et pendant toutes ces transformations l'oxydule est resté pour la majeure part inaltéré; il ne s'est formé que de faibles quantités de cuivre métallique. A partir de ce moment l'acide carbonique restera constant, mais l'hydrogène ira en décroissant jusqu'à cette limite, atteinte vers soixante-douze heures, où le rapport entre les deux gaz est revenu à sa valeur première, $\frac{1}{2}$; en même temps l'oxydule a complètement disparu, réduit par l'hydrogène à l'état de cuivre métallique cristallisé :

$$6H + 4CO^2 + Cu^2O = \underbrace{4H}_{4^{vol}} + \underbrace{4CO^2}_{8^{vol}} + 2Cu + H^2O.$$

» La superposition partielle de ces transformations successives rend compte d'une partie des écarts de l'expérience; ils sont dans le sens indiqué par la théorie.

» Tel est le mécanisme de ces décompositions; elles exigent que l'oxydule de cuivre, corps bien cristallisé, non poreux, dédouble par action de contact l'acide formique. Il est aisé de démontrer directement qu'il en est ainsi en introduisant dans un tube scellé cet acide dilué, et de l'oxydule cristallisé dans les rapports voulus par les équations; après vingt-quatre heures de chauffe, le dédoublement de l'acide formique est complet; l'oxydule est pour la majeure part inaltéré; il n'est réduit à l'état de cuivre que dans une faible proportion, ce qui explique, en outre, la disparition d'un peu d'hydrogène dans les gaz analysés.

» Enfin, la dernière équation montre que l'hydrogène, à une aussi basse température, peut réduire le protoxyde de cuivre à l'état métallique; il suffit, pour le prouver, d'emplir de ce gaz un tube clos contenant de l'eau et de l'oxyde cuivreux; après chauffage à 175°, on trouve du cuivre

métallique, et, si l'on ouvre le tube sous l'eau, celle-ci s'y précipite : l'hydrogène a disparu.

» L'oxydule obtenu dans ces diverses expériences se présente sous forme de cubes et d'octaèdres très brillants, d'un violet cochenille; le cuivre métallique, formé ultérieurement, est parfois cristallisé en prismes à quatre pans, terminés par des pyramides à quatre faces, simulant des cristaux du système quadratique; mais ce ne sont là que des déformations du système cubique.

» Le mode de décomposition du formiate mercurique est déjà connu ; à 175°, d'après mes expériences, il est représenté par l'équation

$$(CHO^2)^2 Hg = CO^2 + CH^2O^2 + Hg.$$

» Je le cite pour faire observer que c'est le seul des formiates décomposables que j'ai étudiés qui ne donne pas d'hydrogène dans sa destruction, sans doute à cause de l'état physique (liquide) du mercure qui se forme.

» Le formiate d'argent se détruit suivant les auteurs à 100° en ne dégageant que de l'acide carbonique, avec dépôt d'argent et régénération d'acide formique; la décomposition n'est pas aussi simple qu'on le suppose généralement : il se fait en outre, d'après mes expériences, de l'hydrogène dans la proportion de 5 pour 100 environ du volume total des gaz recueillis. Cet hydrogène est le résultat de l'action de l'argent sur l'acide formique régénéré, action qui commence à s'exercer à 100°.

» A la température de 175°, la décomposition de l'acide formique est totale. En effet, une solution contenant un mélange équiatomique de sulfate d'argent et de formiate de soude donne, outre l'argent métallique, de l'acide carbonique contenant tout le carbone du sel et de l'hydrogène en volume deux fois moindre.

» Le phénomène se produit en deux phases; dans la première on a :

$$2(CHO^2Ag) = CO^2 + CH^2O^2 + 2Ag.$$

» Dans la seconde, l'argent formé dédouble l'acide formique régénéré

$$CO^2 + CH^2O^2 + 2Ag = \underbrace{2CO^2}_{2^{vol}} + \underbrace{2H}_{4^{vol}} + 2Ag.$$

» Cette dernière équation distingue la décomposition du sel d'argent de celle du formiate de mercure.

» Des expériences directes m'ont démontré que l'argent métallique

divisé dédouble complètement l'acide formique dilué à cette température. L'argent formé dans ces réactions est en grande partie cristallisé.

» Les phénomènes de contact que nous avons observés entre l'acide formique, les oxydes métalliques ou les métaux engendrés dans nos décompositions sont à rapprocher des phénomènes étudiés par M. Berthelot avec la mousse de platine. »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle sous-classe d'Infusoires*. Note de M. P. **Geddes**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note préliminaire sur la physiologie et l'histologie de la Convolute ([1]), publiée il y a bientôt trois ans, j'ai décrit brièvement les cellules curieuses qui se trouvent parfois en grand nombre dans le mésoderme de cette Planaire, mais sans oser me prononcer définitivement sur leur nature. Ces cellules, qui sont un peu plus petites que les corpuscules rouges du sang de la Grenouille, ont presque la forme d'une poire un peu courbée; elles sont pourvues d'une grande vacuole centrale, remplie de fluide. Dans la paroi de cette cavité, vers le côté plus convexe de la cellule, et presque parallèle avec son axe principal, se trouve une rangée de fibrilles homogènes et transparentes, lesquelles s'insèrent à leurs extrémités supérieures et inférieures dans le protoplasma ordinaire dont se composent les autres parties de la cellule. Cette différenciation de la cellule en une partie granuleuse et une partie fibrillaire est semblable, comme me l'a suggéré M. le Dr Malassez, à celle qui a lieu dans les cellules musculaires embryonnaires du Têtard, et rappelle aussi un peu la structure qu'a décrite Lankester dans le cœur de l'Appendiculaire ([2]). Dans une préparation microscopique du corps de la Convolute dilacéré dans une goutte d'eau de mer, si l'on trouve de ces cellules qui nagent libres, on peut constater parfaitement qu'elles sont en état de contraction rythmique, dont la rapidité et la vigueur sont également surprenantes. Les échantillons les mieux vivants donnent de cent à cent quatre-vingts pulsations par minute; à chaque fois l'axe principal se courbe plus fortement, et la cellule devient plus courte et plus large, presque comme un muscle, à l'instant de sa contraction. Cependant ce changement de forme dépend exclusivement de la contraction des fibres

---

([1]) *Observations on the Physiology and Histology of* Convoluta Schulzii. *O. Schm.* (*Proc. Roy. Soc. Lond.*, n° 194; 1879.

([2]) *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, 1873, p. 88.

intérieures, les autres parties de la cellule étant tout à fait passives. En peu de temps, les cellules commencent à mourir; leurs mouvements se ralentissent, deviennent mal coordonnés, et l'on ne voit que de faibles ondulations, indépendantes des fibres; enfin le mouvement s'arrête, et la cellule éclate. Son protoplasma se détruit bientôt; mais les fibres résistent plus longtemps à l'action destructive de l'eau et peuvent montrer même une trace de contractilité, comme des cils mourants. Quand on regarde ces cellules dans le corps de l'animal, on voit à peine une légère contraction, et je crois que la pulsation rapide que je viens de décrire est stimulée par l'action de l'eau.

» Dans une cellule qui avait cessé de se contracter, j'ai pu observer, pendant une bonne demi-heure, un phénomène assez rare, le mouvement du noyau qui oscillait régulièrement d'un côté de la cellule à l'autre, une fois par minute environ.

» Ces cellules sont très remarquables au point de vue physiologique et histologique. On ne peut pas les classer dans les cellules amœboïdes, ciliées ou musculaires. Elles présentent un type de structure contractile distinct et nouveau. Comment les envisager, au point de vue morphologique, comme appartenant à la Planaire, ou comme étant des parasites?

» De nombreuses observations m'ont convaincu que c'est cette seconde manière de voir qu'il faut accepter. D'autres espèces de Planaires ne paraissent posséder rien de pareil, et même chez la Convolute je n'ai jamais pu en voir un seul en automne, quoique au printemps on en trouve autant qu'on le désire. La délicatesse de leur protoplasma, qui ne se prête pas à la conservation ou au traitement avec les différents réactifs, les distingue des vrais tissus de la Convolute. De plus, elles ne forment pas de tissu et n'ont pas de disposition défini, mais elles sont déterminées d'une façon tout à fait irrégulière; et enfin, si l'on veut les considérer comme appartenant à l'animal, on ne peut expliquer ni leur présence, ni leur structure, ni leurs fonctions. De l'autre côté, si on les regarde comme étant des parasites, toutes ces difficultés disparaissent, et l'on voit même que cette structure, en apparence si anormale, dérive facilement du type Infusoire ordinaire par la suppression des cils, qui ne serviraient pas à la locomotion parmi les cellules du mésoderme, et la différenciation de la vacuole contractile. Cette différenciation est certainement très remarquable à tous les points de vue, que l'on considère la grandeur relativement énorme de la vacuole, le développement des fibrilles contractiles qui la limitent, ou bien la rapidité de leurs contractions.

» Quelle est donc la position systématique de cet Infusoire, pour lequel je propose le nom de *Pulsatella Convolutæ*? On ne peut le placer parmi aucun des types connus; il se distingue également des Suctoriens, des Ciliés et des Flagellés : il me paraît donc nécessaire de créer pour lui une quatrième sous-classe, les *Pulsatoriens* (*Pulsatoria*) ([1]). »

HELMINTHOLOGIE. — *Sur un nouveau type de Turbellariés*. Note de M. **W.-A.** Silliman, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans la Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, je désire faire connaître l'organisation d'un Ver singulier. Je l'ai trouvé dans un dragage fait avec les embarcations du laboratoire de Zoologie expérimentale de Roscoff, où j'ai fait ce travail. Il était parasite sur un grand Nématoïde vert, lequel, à son tour, semblait être parasite d'un *Echinus sphæra*.

» Tout d'abord, je croyais avoir affaire à un Trématode ectoparasite; mais mon opinion n'était qu'à moitié vraie, ainsi qu'on le verra par la description qui va suivre.

» Le corps de cet animal est d'une forme sublancéolée, ayant une ongueur de $2^{mm},25$ et une largeur moyenne de $1^{mm},5$. La couleur est un brun clair, uniformément répandu sur toute la surface du corps.

» Fait singulier, les ventouses et les crochets si caractéristiques des Trématodes ectoparasites font ici défaut.

» L'*épiderme* est formé de cellules hexagonales ciliées, assez régulières et dont les noyaux sont très évidents. Ces cellules sont couvertes d'une cuticule chitineuse mince, perforée pour le passage des cils vibratiles, par le moyen desquels l'animal peut se mouvoir sur le corps de son hôte. Les cils de la face ventrale sont beaucoup plus longs et plus forts que ceux de la face dorsale. En dessous de l'épiderme se trouve une *membrane basale*, qui contient le pigment brun, auquel est due la coloration de l'animal.

» Les *couches musculaires* du corps peuvent être divisées en trois systèmes : les muscles circulaires, les longitudinaux et les dorso-ventraux. Les premiers se présentent immédiatement au-dessous de la membrane basale. Puis viennent les muscles longitudinaux. La disposition de ces deux séries de muscles rappelle beaucoup celle qu'on trouve dans les Rhabdocœles (*Convoluta*) et les Trématodes (*Distoma cylindraceum*). Ce sont surtout les

---

([1]) Ces observations ont été faites au laboratoire de Zoologie expérimentale de Paris et de Roscoff, grâce à l'hospitalité de mon excellent maître, M. de Lacaze-Duthiers.

muscles dorso-ventraux qui atteignent un développement considérable, et permettent à l'animal de s'enrouler ou bien de replier les bords de son corps sur la face ventrale.

» Le parenchyme du corps a une structure semblable à celle des autres Plathelminthes et est formé d'un tissu conjonctif renfermant de nombreuses cellules nucléées. La cavité du corps fait défaut.

» Un système aquifère n'a pas été observé; mais je n'oserais pas dire qu'il n'existe pas. L'appareil digestif consiste en un pharynx situé près de l'extrémité antérieure, qui sert en même temps de ventouse et d'intestin rudimentaire. Ce pharynx ressemble plutôt à la ventouse des Trématodes qu'au pharynx des Rhabdocœles en général, car il est dépourvu de gaîne. Il est en communication avec une petite poche dont la paroi est formée de grosses cellules granuleuses. Cette poche représente une sorte d'estomac, et la matière alimentaire liquide contenue dans cet estomac doit être distribuée dans le corps par osmose.

» Le système nerveux est peu développé. En avant du pharynx on voit un amas de cellules qui se colorent fortement par l'hématoxyline, et des troncs nerveux en partent en avant et en arrière. Mais un système nerveux ramifié, tel qu'il existe chez les Trématodes et les Dendrocœles, ne se présente pas.

» Passons maintenant à la description des organes génitaux, qui, par leur ensemble et leur disposition, fournissent le caractère le plus remarquable de l'animal.

» Les organes mâles comprennent de nombreux testicules et un pénis renfermé dans une gaîne; les organes femelles, un ovaire pair, un pseudo-vitellogène pair, un utérus et un vagin. Les testicules sont placés dans le tiers antérieur du corps. Ils ont la forme de petits sacs, comme chez les Ténias, par exemple. De chacun d'eux part un conduit très fin. Ces conduits se réunissent en arrière de l'intestin et viennent déboucher dans le pénis. Ce dernier a la forme d'un long canal à diamètre uniforme, qui à l'état de repos présente de nombreuses flexuosités. Ses parois sont musculaires et couvertes d'une couche mince de chitine. Il se termine par une sorte de *cirrus*, dont le diamètre est $0^{mm},018$.

» La *gaîne* qui renferme le pénis commence à la partie antérieure; elle forme un sac dans lequel le pénis s'enroule, puis elle se contracte en un canal qui s'étend jusqu'à l'extrémité postérieure et, se réunissant à l'utérus, forme ainsi un cloaque sexuel dont l'ouverture est ventrale.

» L'*utérus*, comme la gaîne du pénis, est médian et situé au-dessus de cette

dernière. Il se termine vers le milieu du corps en cul-de-sac et contient le plus souvent un œuf entouré d'une coque ovoïde, qui est munie d'un pédoncule extrêmement long et fin. La coque, ainsi que son pédoncule, doivent être sécrétés par les cellules qui tapissent la paroi de l'utérus.

» Le *pseudo-vitellogène* occupe le deuxième tiers du corps et se présente sous la forme de nombreux tubes ramifiés, dont ceux d'un même côté se réunissent vers la ligne médiane et viennent déboucher dans l'utérus.

» Immédiatement en arrière de ces ouvertures, on trouve celles des *ovaires;* ceux-ci ont plus ou moins la forme d'une main, dont le poignet est en communication avec l'utérus, tandis que les doigts se dirigent en arrière et en dehors. Les œufs se développent dans les extrémités de ces doigts et deviennent de plus en plus grands au fur et à mesure qu'ils avancent vers l'utérus. Leurs noyaux et nucléoles sont très évidents.

» Il reste à décrire un organe qui ne se trouve jamais chez les Turbellariés, mais qui est bien caractéristique chez les Trématodes: c'est le *vagin;* il s'ouvre sur le dos dans le quart postérieur du corps, et de là court en avant vers l'utérus. Au niveau des ouvertures des ovaires, il se dilate en un *receptaculum seminis* à parois musculaires, qui est en communication avec l'utérus par un canal étroit et court.

» Telle est brièvement l'organisation de cet être aberrant. Si l'on se demande quelles sont ses affinités, il faut dire qu'elles sont doubles. L'épiderme cilié, l'appeil digestif, les organes génitaux mâles et les deux ovaires indiquent une affinité avec les Turbellariés (spécialement avec les Rhabdocœles); au contraire, la présence d'un vagin et la disposition du pseudo-vitellogène sont caractéristiques des Trématodes.

» En raison de ce fait, que les jeunes Trématodes sont ciliés, mais que plus tard ils perdent ces cils, on peut considérer les Trématodes comme étant des Turbellariés modifiés, sinon dégradés.

» Notre animal, représentant donc une forme de passage entre les Turbellariés et les Trématodes, doit former un nouveau sous-ordre des Turbellariés.

» Pour exprimer le rôle morphologique que doit jouer cet animal, je propose de le désigner sous le nom de *Syndesmis*. Dans un Mémoire sur les Turbellariés de Roscoff, qui paraîtra prochainement, je donnerai plus de détails sur ce sujet.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les Poissons, Crabes et Mollusques vivants, rejetés par les puits artésiens jaillissants de l'Oued Rir' (Sahara de la province de Constantine).* Note de M. G. ROLLAND, présentée par M. H. Milne Edwards.

« La présence de Poissons et de Mollusques vivants, dans les eaux douces ou saumâtres des oasis du Sahara de Constantine, a déjà été signalée. En plusieurs localités, les mêmes eaux nourrissent des Crabes. Ces animaux sont peu variés, mais ils pullulent par place. On en trouve dans les sources naturelles, à l'orifice des puits jaillissants, dans les canaux d'irrigation, dans les fossés d'évacuation qui s'écoulent vers les sebkha et les chotts, etc.

» Les nombreux individus que j'ai recueillis au cours de mon voyage et que M. Jus, le directeur bien connu des forages artésiens de la province de Constantine, a bien voulu me communiquer, ont été déterminés par MM. A. Milne-Edwards, P. Fischer, L. Morlet et Em. Sauvage.

» Les Mollusques sont très communs, tant à Ouargla et dans l'Oued-Rir' qu'au Zab. Les types vivants que j'ai eus entre les mains, sont : *Physa contorta*, Michaud; *Bithynia tentaculata*, Linné; *Hydrobia Brondeli*, Bourguignat; *Hydrobia Peraudieri*, Bourguignat; *Amnicola pycnocheila*, Bourguignat; *Melania tuberculata*, Müller, abondant; *Melanopsis Maroccana*, Morelet, abondant; *Melanopsis præmorsa*, Dupuy.

» Les Poissons vivants recueillis dans l'Oued Rir' et le Zab occidental comprennent cinq espèces, dont deux nouvelles : *Chromis Desfontainei*, Lacépède; *Chromis Zilii*, Gervais; *Hemichromis Saharæ*, Sauvage, *n. sp.*; *Hemichromis Rollandi*, Sauvage, *n. sp.*; *Cyprinodon calaritanus*, Bonelli.

» Les Crabes ne sont actuellement connus qu'en trois points de l'Oued Rir', savoir, dans les rigoles alimentées par les puits n° 3 de Mazer, n° 2 d'Ourlana, et n° 1 de Tamerna Djedida. Dans le Zab occidental, ils sont plus fréquents. Les divers individus que j'ai soumis à M. A. Milne-Edwards appartiennent à une même espèce, la *Telphusa fluviatilis*, Rondelet [1].

» J'arrive à l'objet de la présente Note. Certains puits jaillissants de la région d'Ourlana, dans l'Oued Rir', rejettent des animaux vivants, Pois-

---

(1) Crabe terrestre, vivant au bord des eaux douces. L'expérience suivante démontre qu'il peut vivre assez longtemps sous l'eau. Un crabe a été enfermé dans une cage en fil de fer, que l'on a fixée à $1^m,50$ sous l'eau; il était libre de ses mouvements, et tous les quatre ou cinq jours on lui introduisait de la nourriture par le grillage; le trente-cinquième jour, il a été retiré de l'eau, et semblait aussi vigoureux qu'avant son immersion.

sons, Crabes ou Mollusques, les mêmes que je viens d'indiquer à la surface. Le fait n'est pas contestable : je me bornerai à citer deux exemples authentiques.

» Mazer. Sondage n° 3; 8 février 1876. Profondeur, $80^{m},35$. Hauteur de l'orifice du tube au-dessus du sol, $0^{m},80$. Diamètre final, $0^{m},16$. Débit total primitif, 3800^{lit} par minute, à la température de 25°,5; au bout de deux ans, le débit s'est élevé à 4600^{lit}. Le sondage avait été entrepris à 1^{km} de l'ancien oasis, au milieu d'un terrain nu et inculte, sans rigole ou fossé, ni source ou étang. Or, quelques jours après l'aménagement du puits, le directeur de l'atelier vit sortir du tube un Crabe vivant de la grosseur du pouce. Après lui, M. le général Carteret et M. Jus vérifièrent *de visu* que la gerbe jaillissante rejetait des Crabes, Poissons et Mollusques vivants, en même temps que des sables; coiffant d'un filet l'orifice du tube, ils prirent beaucoup de Crabes de petite et moyenne grosseur.

» Sidi-Amran. Sondage n° 2; 31 janvier 1879. Profondeur, $81^{m},09$. Diamètre final, $0^{m},12$. Débit, 4000^{lit} à 24°. L'emplacement était situé à une extrémité de l'oasis, et n'offrait pas trace d'eau. Dès que la colonne de $0^{m},12$ fut parvenue à $61^{m},73$ sur le poudingue calcaire qui recouvre la nappe artésienne dans cette région, le jaillissement eut lieu avec force; du 23 au 28 janvier, tandis qu'on s'enfonçait dans les sables aquifères, l'eau charria au jour une grande quantité de ces sables, ainsi que des cailloux et noyaux calcaires pesant jusqu'à 1200^{gr}, soit, en tout, non moins de 400^{mc} de matières solides. Or, le 29 janvier, M. Jus recueillit, au milieu des sables qui venaient d'être rejetés et encombraient les abords du tube, beaucoup de petits Poissons et de Mollusques vivants.

» Des faits semblables sont relatés dans plusieurs journaux de sondage. Pour les Crabes, le cas n'a été constaté qu'au n° 3 de Mazer et au n° 2 d'Ourlana; ceux qu'on trouve à Tamerna Djedida ont été apportés. M. Jus a également vu des Crabes vivants sortir d'une source du Zab occidental.

» Comment expliquer la présence en profondeur de ces animaux vivants et leur apparition à l'orifice des puits jaillissants de la région d'Ourlana?

» Les eaux sous pression qui s'élèvent et se distribuent dans les alluvions quaternaires du bassin de l'Oued Rir' donnent lieu à des nappes artésiennes plus ou moins nettes, en relation avec les alternances perméables, ou non, que présentent ces formations, aux allures lenticulaires et variables. En général, il existe une nappe principale, parfois unique, renfermée dans des sables quartzeux et recouverte par des marnes compactes, marnes sableuses, sables argileux, etc. Sa pression hydrostatique est d'autant plus grande qu'elle est maintenue à une plus grande profondeur par une couverture plus imperméable; elle est maxima dans la région d'Ourlana, où les puits ont atteint la nappe vers 70^{m}. L'eau jaillit, dès que la sonde a percé la couverture. En maint endroit, l'eau s'est elle-même

frayé passage jusqu'à la surface : d'où des sources naturelles, alimentant les *behour* et les *chriats,* tels qu'il s'en présente en si grand nombre auprès d'Ourlana. Le *bahr* (mer) occupe un bassin généralement circulaire, souvent profond; le chriat, moins important, se trouve au centre d'un petit dôme de soulèvement. Les mêmes noms désignent certains étangs qui se sont formés à l'emplacement d'anciens puits, soit par l'effondrement du sol, soit par l'accumulation des sables autour de l'orifice.

» La nappe souterraine a donc, pour ainsi dire, des évents à la surface, non seulement par la voie directe des puits, mais aussi par le réseau complexe des conduits naturels qui aboutissent aux behour et chriats. De plus, il existe des cavités au sein des couches aquifères; en effet, ces formations renferment une proportion parfois considérable de gypse et de sel marin, éléments solubles dans l'eau; ces terrains, peu homogènes et peu résistants, sont ébouleux; à la base des forages, il se produit des chambres, par suite de l'appel énergique de la colonne ascensionnelle et de l'entraînement mécanique des matières, lors du dégagement de la nappe, etc.

» Ainsi, on comprend qu'il y ait communication des puits artésiens avec les behour et chriats par l'intermédiaire de canaux souterrains. Dès lors, il n'est pas nécessaire d'admettre que les animaux rejetés vivants par certains puits aient leur station normale en profondeur, interprétation contre laquelle les objections se presseraient en foule : d'où proviendraient-ils? comment se développeraient-ils? pourquoi ne seraient-ils pas aveugles?

» Et d'abord pour les Poissons, je ferai remarquer que les mêmes espèces peuplent les eaux superficielles. « C'est là, dirai-je avec MM. Le-
» tourneux et Playfair [1], qu'ils vivent à l'état libre et se reproduisent
» dans des conditions normales. Leur vie souterraine n'est qu'un épisode,
» et, pour ainsi dire, qu'un accident des voyages qu'ils entreprennent d'un
» bahr à l'autre; lorsqu'ils circulent au voisinage des puits, ils obéissent
» à la force ascensionnelle de l'eau, ou à l'instinct qui les porte à remonter
» vers la surface, et se trouvent ainsi brusquement ramenés au jour. »

» Une explication analogue doit s'appliquer aux Crabes et aux Mollusques. Quant aux Crabes, on répondra que cet animal était inconnu des indigènes de l'Oued Rir' avant son apparition au sondage n° 3 de Mazer, en 1876, et qu'aujourd'hui encore, sauf les trois points cités, il n'est connu nulle part dans la contrée. Mais cette considération n'a pas grand poids

---

(1) Letourneux et Playfair, *Ichthyologie algérienne*, 1871.

au milieu de populations aussi ignorantes et dans un pays aussi peu exploré. D'ailleurs, dès 1861, M. Ville notait des Crabes dans les eaux du bahr Ba Moussa, à Mazer (¹). »

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge du calcaire carbonifère de l'Oural central.* Note de M. **Grand'Eury**, présentée par M. Hébert.

« Le terrain carbonifère de l'Oural central se compose de bas en haut : 1° d'une assise de quartzites et argiles schisteuses; 2° d'un étage de calcaire carbonifère à *Productus;* 3° d'une assise de grès et de schistes houillers; 4° d'une très longue série de calcaires à *Fusulines*, renfermant quelques bancs de schiste à la partie supérieure. Cette série est recouverte par la formation permienne, en stratification très probablement concordante. Le calcaire supérieur a une puissance moyenne de 800^m à 1000^m, mesurés normalement aux couches. Je lui ai reconnu cette énorme épaisseur sur les bords de la rivière Kosva, où les couches plongent régulièrement dans le même sens; à Outkinsk, elle est encore plus grande.

» Or, d'un côté, par leurs plantes fossiles que j'ai vues sur place et à l'École des Mines de Saint-Pétersbourg, les grès et schistes houillers inférieurs appartiennent au culm. D'un autre côté, les grès et schistes gris, supérieurs au calcaire, par le nombre et la variété des *Callipteris* qu'ils renferment, près de Kalino, font incontestablement partie de la formation permienne.

» A la base de cette formation, on voit, sur la Tchoussovaïa, des grès avec *Fusulines*, et à Artinsk, des intercalations de calcaire renfermant des *Fusulines* carbonifères avec des *Goniatites* permiens. Plus au sud, existe un calcaire correspondant, où l'on trouve des *Spirifer sulcatus*, avec un *Spirifer* équivalent à l'espèce *horridus* du terrain permien.

» Ces couches réalisent la transition de ce terrain au calcaire en question, qui forme une série continue. Ce calcaire, par ses fossiles, est plus récent que le calcaire carbonifère.

» Je tiens de M. Karpinsky, professeur de lithologie à l'École des Mines de Saint-Pétersbourg, chargé de la Carte géologique du versant asiatique de l'Oural, que le bassin du Don, appartenant par les plantes fossiles, en général, au terrain houiller moyen, renferme des intercalations de calcaire

(¹). G. Ville, *Voyage d'exploration dans les bassins du Hodna et du Sahara,* 1865.

à *Fusulines,* qui se rapportent au calcaire supérieure de l'Oural. En sorte que, faisant suite, sans interruption, au culm, ce calcaire correspond au véritable terrain houiller, et pourrait être appelé *calcaire houiller*. Par son énorme épaisseur, on peut juger de la grande durée de l'époque houillère.

» Le calcaire houiller recouvre d'immenses surfaces en Russie, aux environs de Moscou, jusqu'à la mer Blanche et le long de l'Oural. Sa puissance est telle que les soulèvements qui le font affleurer n'ont pour effet d'amener au jour l'assise houillère inférieure que près de l'Oural. Presque partout ailleurs, dans le centre et le nord de la Russie, il est stérile, sauf près de Moscou, où il renferme à la base quelques couches de combustible.

» De tout ce qui précède, il semble résulter que, durant l'époque houillère proprement dite, tandis que la terre était émergée dans l'Europe méridionale, centrale et occidentale, et voyait se former dans les dépressions de la surface des bassins houillers, presque toute la Russie était sous la mer et recevait un des plus importants dépôts de calcaire qui se voie sur le globe.

» De l'autre côté de l'Oural, en Sibérie, le terrain stratifié ne se présente pas comme sur le versant européen; la formation permienne n'y existe pas; le terrain houiller moyen n'est représenté que par des agglomérats avec du calcaire. Par contre, la formation silurienne est plus développée, mais le calcaire dévonien est moins bien caractérisé qu'à l'ouest de l'Oural.

» Il est donc probable que, pendant la période paléozoïque, l'Oural séparait deux mers. Il y a, en effet, sur ses flancs des agglomérats côtiers, et, des deux côtés, les roches ne sont pas de même nature. Mais les actions dynamiques qui ont plissé les couches sur les deux flancs de la chaîne sont postérieures et paraissent s'être produites à la fin de la période paléozoïque.

» Les déterminations qui forment la base de cette Note ont principalement été faites d'après les plantes fossiles. Elles révèlent des faits qui n'avaient pas été mis en évidence. »

M. **Revin** adresse une Note relative aux forces accélératrices dans les mouvements des astres.

M. **Boillot**, à propos des expériences récentes de MM. *Dehérain* et *Maquenne*, rappelle les expériences qu'il a effectuées lui-même, en 1876, sur

les effets produits par les effluves obscures, à l'aide d'un appareil présentant une disposition nouvelle.

M. F. **Hément**, en réponse aux observations de M. *Gr. Bell*, déclare s'en tenir à son opinion première, concernant l'influence de l'hérédité sur les caractères que lui a paru présenter la prononciation chez les sourds-muets.

Les prononciations *dialectiques*, reconnues par M. Bell sur certains sourds-muets, sont attribuées par le savant américain à ce que ces sujets auraient pu parler *avant de devenir sourds*. M. Hément déclare ne pouvoir concevoir comment, en perdant l'usage de la parole, les muets dont il s'agit auraient conservé le souvenir *inconscient* de l'accent.

M. **Daubrée** présente, de la part de Mme *Delesse*, deux Mémoires posthumes de son mari. La longue maladie de notre regretté confrère ne l'a pas empêché de poursuivre ses travaux jusqu'à ses derniers moments.

« Un de ces Mémoires est relatif à l'*Influence du sol sur la composition des cendres des végétaux*. Des végétaux ont été soigneusement récoltés sur des sols de gypse, de dolomie et de calamine, et les cendres de leurs diverses parties, racines, tiges, feuilles, ont été analysées au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées, sous la direction de M. Durand-Claye, et à celui de l'École des Mines, sous la direction de M. Carnot, et aussi par M. Le Chatelier. C'est d'après ces analyses que l'auteur fait ressortir certaines relations du sol avec la composition chimique des végétaux.

» Ainsi les cendres des plantes qui ont vécu sur la calamine ont fourni une petite quantité d'oxyde de zinc, généralement inférieure à 0,5 pour 100; pour des truffes développées sous tere, entre des blocs de calamine, ce chiffre a été de 0,38 pour 100 d'oxyde de zinc, et ces cryptogames ne sont pas moins recherchés que les autres.

» Un second Mémoire, intitulé *Recherches sur les eaux de la Savoie*, a eu pour but de coordonner un assez grand nombre d'analyses d'eaux, qui ont été exécutées pendant quelques années par M. Lheureux, dans un laboratoire spécial établi à Annecy. La composition de ces eaux, rapprochée des conditions géologiques dans lesquelles elles se présentent, fait ressortir des rapports dignes d'intérêt. Puis l'auteur cherche à apprécier, au milieu de causes complexes, quelle peut être l'influence de la nature de ces eaux sur la santé, et particulièrement sur le goître et le crétinisme.

» Mme Delesse fait également hommage à l'Académie de la *Carte géologique*

du département de la Seine, dont une nouvelle édition vient de paraître. Conformément au vœu du Conseil général de la Seine, cette Carte cotée, à l'échelle de $\frac{1}{25000}$, est exécutée d'après un système de notations dont M. Delesse est l'auteur, et que l'Académie connaît. Elle est accompagnée de deux Cartes à $\frac{1}{125000}$, figurant l'une la répartition du calcaire dans les terres végétales, l'autre un résidu de la lévigation de ces terres. »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

ERRATA.

(Séance du 5 décembre 1881.)

Page 950, ligne 91, ascension droite apparente, *au lieu de* $0^h\ 2^m\ 20^s,84$, *lisez* $0^h\ 24^m\ 20^s,84$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 DÉCEMBRE 1881.

PRÉSIDENCE DE M. WURTZ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Favé présente à l'Académie le quatrième envoi des manuscrits scientifiques de *Michel Chasles*. Cet envoi comprend les manuscrits dont voici l'index :

88-89. Deux liasses sur les coniques.
90. Recherches relatives aux coniques.
91. Sur les coniques homofocales.
92. Recherches concernant deux coniques.
93. Coniques dans l'espace.
94. Sur les courbes d'ordre quelconque.
95. Sur les courbes planes d'ordre *m*.
96. Propriétés diverses des courbes géométriques d'ordre quelconque.
97. Propriétés générales des courbes géométriques et constructions de courbes.
98. Courbes du troisième ordre à point double.
99. Sur les courbes du troisième ordre.
100. Sur les courbes du quatrième ordre.
101. Sur les surfaces d'ordre *m* et normales à ces surfaces.
102. Sur les surfaces des troisième, quatrième, cinquième, ... ordre.
103. Propriétés générales des surfaces géométriques et en particulier des surfaces réglées du troisième ou du quatrième ordre, gauches ou développables.

104. Partie du manuscrit du Traité de Géométrie supérieure.
105. Notes pour la deuxième édition du Traité de Géométrie supérieure.
106. Sur les courbes unicursales.
107. Sur les lignes géodésiques.
108-110. Trois liasses sur les axes harmoniques.
111. Courbes gauches et faisceaux de courbes gauches, en particulier sur les cubiques gauches.
112. Vingt-cinq chemises renfermant des notes prises sur différents sujets mathématiques, depuis 1833 jusqu'à 1841.
113. Notes et recherches diverses.

M. Favé ajoute :

« Ce quatrième envoi complète le don précieux fait à l'Académie par M. Henri Chasles.

» L'ensemble de ces documents, dont M. Mannheim a opéré le classement avec un soin pieux, permettra de mettre à profit des travaux non publiés, de suivre les recherches de l'auteur dans leurs développements successifs, de faire l'historique de ses découvertes, et enfin d'élever un jour un monument littéraire digne de lui. Car Michel Chasles, cet homme si modeste, a laissé, dans la Science à laquelle il a consacré sa vie, une trace qui ne s'effacera pas. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications de la théorie des fonctions elliptiques*; par M. **Hermite**.

« XXXII. En posant la condition

$$6k^2 \operatorname{sn}^2 a - 4 - 4k^2 = -2\frac{\alpha - 2\beta - 2\gamma}{\alpha - \gamma},$$

et employant l'expression du module $k^2 = \frac{\alpha - \beta}{\alpha - \gamma}$, on trouve d'abord

$$\operatorname{sn}^2 a = \frac{\alpha}{\alpha - \beta}.$$

De là se tirent ensuite, après quelques réductions faciles où l'on fera usage de la relation

$$\alpha\beta + \beta\gamma + \gamma\alpha = -1,$$

les formules suivantes :

$$\operatorname{sn}^2\omega = -\frac{\alpha^2(\beta+\gamma)}{\alpha-\beta},$$

$$\operatorname{cn}^2\omega = \frac{\beta^2(\alpha+\gamma)}{\alpha-\beta},$$

$$\operatorname{dn}^2\omega = \frac{\gamma^2(\alpha+\beta)}{\alpha-\gamma},$$

$$\lambda^2 = -\frac{(\alpha+\beta)(\beta+\gamma)(\gamma+\alpha)}{\alpha-\gamma}.$$

» Cela étant, nous remarquerons en premier lieu que, d'après les limites entre lesquelles sont comprises les quantités α, β, γ, on obtient pour $\operatorname{sn}^2\omega$ et $\operatorname{dn}^2\omega$ des valeurs positives, tandis que $\operatorname{cn}^2\omega$ est négatif. Il en résulte que $\operatorname{sn}^2\omega$ est plus grand que l'unité et moindre que $\frac{1}{k^2}$, de sorte qu'on doit supposer

$$\omega = \pm K + i\upsilon,$$

υ étant égal et donné par ces expressions

$$\operatorname{sn}^2(\upsilon, k') = \frac{\beta^2(\gamma^2-\alpha^2)}{\alpha^2(\gamma^2-\beta^2)},$$

$$\operatorname{cn}^2(\upsilon, k') = \frac{\gamma^2(\beta^2-\alpha^2)}{\alpha^2(\beta^2-\gamma^2)},$$

$$\operatorname{dn}^2(\upsilon, k') = \frac{\beta-\alpha}{\alpha^2(\beta+\gamma)}.$$

» J'observe ensuite qu'ayant $n^2 = \frac{g(\alpha-\gamma)}{2}$ nous pouvons écrire la valeur de λ^2 de cette manière :

$$\lambda^2 = -\frac{g(\alpha+\beta)(\beta+\gamma)(\gamma+\alpha)}{2n^2},$$

d'où l'on conclut facilement

$$\lambda^2 = -\frac{l^2}{4n^2}.$$

Les constantes ω et λ se trouvent ainsi déterminées, mais seulement au signe près, et deux autres relations sont encore nécessaires pour lever toute ambiguïté. La première résulte d'abord de la condition qui a été donnée pour la solution générale de l'équation de Lamé, à savoir :

$$\lambda = \frac{\operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega}{\operatorname{sn}^2 a - \operatorname{sn}^2\omega},$$

et l'on en tire immédiatement

$$\lambda = -\frac{(\alpha-\beta)\,\mathrm{sn}\,\omega\,\mathrm{cn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega}{\alpha\beta\gamma}.$$

Nous obtiendrons tout à l'heure la seconde comme conséquence de l'équation considérée plus haut :

$$(x+iy)\left(\frac{dx}{dt}-i\frac{dy}{dt}\right) = -z\frac{dz}{dt}+il.$$

Mais voici d'abord la détermination de la constante A qui entre dans la formule

$$x+iy = \mathrm{AD}_u \frac{\mathrm{H}'(\mathrm{o})\,\mathrm{H}(u+\omega)}{\Theta(\omega)\,\Theta(u)} e^{\left[\lambda-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)}\right]u}.$$

Soit, pour abréger,

$$\mathrm{F}(u) = \frac{\mathrm{H}'(\mathrm{o})\,\mathrm{H}(u+\omega)}{\Theta(\omega)\,\Theta(u)} e^{\left[\lambda-\frac{\Theta'(\omega)}{\Theta'(\omega)}\right]u}.$$

Désignons par $\mathrm{F}_1(u)$ ce que devient cette fonction lorsqu'on change i en $-i$, et par A_1 la quantité conjuguée de A_1, de sorte qu'on ait

$$x+iy = \mathrm{A}\,\mathrm{F}'(u),$$
$$x-iy = \mathrm{A}_1\,\mathrm{F}'_1(u),$$

et, par conséquent,

$$x^2+y^2 = \mathrm{AA}_1\,\mathrm{F}'(u)\,\mathrm{F}'_1(u).$$

» Nous supposerons $u=\mathrm{o}$, ce qui donne $z=\alpha$, dans l'équation $x^2+y^2+z^2=1$; il viendra ainsi

$$\mathrm{AA}_1\,\mathrm{F}'(\mathrm{o})\,\mathrm{F}'_1(\mathrm{o}) = 1-\alpha^2,$$

ou encore, au moyen de la condition $\alpha\beta+\beta\gamma+\gamma d = -1$,

$$\mathrm{AA}_1\,\mathrm{F}'(\mathrm{o})\mathrm{F}'_1(\mathrm{o}) = -(\alpha+\beta)(\alpha+\gamma).$$

» J'emploie maintenant, pour y faire $u=\mathrm{o}$, la relation

$$\frac{\mathrm{F}'(u)}{\mathrm{F}(u)} = \frac{\mathrm{H}'(u+\omega)}{\mathrm{H}(u+\omega)} - \frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)} - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} + \lambda;$$

on en tire d'abord

$$\frac{\mathrm{F}'(\mathrm{o})}{\mathrm{F}(\mathrm{o})} = \frac{\mathrm{cn}\,\omega\,\mathrm{dn}\,\omega}{\mathrm{sn}\,\omega} + \lambda,$$

puis, au moyen de la valeur donnée précédemment de λ,

$$\frac{F'(o)}{F(o)} = \frac{\operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega}{\operatorname{sn}\omega} - \frac{\alpha-\beta}{\alpha\beta\gamma}\operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega = \frac{\operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega}{\operatorname{sn}\omega}\left(1 - \frac{\alpha-\beta}{\alpha\beta\gamma}\operatorname{sn}^2\omega\right).$$

et enfin

$$\frac{F'(o)}{F(o)} = -\frac{\operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega}{\beta\gamma \operatorname{sn}\omega},$$

comme conséquence de la formule

$$\operatorname{sn}^2\omega = -\frac{\alpha^2(\beta+\gamma)}{\alpha-\beta};$$

mais l'expression de $F(u)$ donne immédiatement

$$F(o) = \frac{H'(o)H(\omega)}{\Theta(o)\Theta(\omega)} = k \operatorname{sn}\omega,$$

et nous en concluons l'expression cherchée, à savoir

$$F'(o) = -\frac{k \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega}{\beta\gamma}.$$

» Changeons enfin i en $-i$; la constante $\omega = \pm K + i\upsilon$ deviendra

$$\omega' = \pm K - i\upsilon;$$

on a donc

$$\operatorname{sn}\omega' = \operatorname{sn}\omega, \quad \operatorname{cn}\omega' \operatorname{dn}\omega' = -\operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega,$$

et par suite

$$F'(o)F'_1(o) = -\frac{k^2 \operatorname{cn}^2\omega \operatorname{dn}^2\omega}{\beta^2\gamma^2} = -\frac{(\alpha+\beta)(\alpha+\gamma)}{(\alpha-\gamma)^2}.$$

» De cette expression nous tirons

$$AA_1 = (\alpha-\gamma)^2,$$

de sorte qu'on peut écrire

$$A = (\alpha-\gamma)e^{i\varphi},$$

φ désignant un angle arbitraire.

» Ce point établi, je reprends l'équation

$$(x+iy)\left(\frac{dx}{dt} - i\frac{dy}{dt}\right) = -z\frac{dz}{dt} + il,$$

qui devient, si l'on introduit, au lieu de t, la variable u,

$$(x+iy)\left(\frac{dx}{du} - i\frac{dy}{du}\right) = -z\frac{dz}{du} + \frac{il}{n},$$

et j'y fais $u = 0$. En remarquant qu'alors $\frac{dz}{du}$ s'évanouit, on trouve

$$(\alpha - \gamma)^2 F'(0) F''_1(0) = \frac{il}{n},$$

ce qui nous mène à chercher la valeur de $F''_1(0)$. Pour cela, je déduis de la relation employée tout à l'heure

$$\frac{F'(u)}{F(u)} = \frac{H'(u+\omega)}{H(u+\omega)} - \frac{\Theta'(u)}{\Theta(u)} - \frac{\Theta'(\omega)}{\Theta(\omega)} + \lambda,$$

la suivante :

$$\frac{F''(u)}{F(u)} - \frac{F'^2(u)}{F^2(u)} = -\frac{1}{\operatorname{sn}^2(u+\omega)} + k^2 \operatorname{sn}^2 u,$$

et j'en tire d'abord

$$\frac{F''(0)}{F(0)} = \frac{F'^2(0)}{F^2(0)} - \frac{1}{\operatorname{sn}^2\omega} = \frac{\operatorname{cn}^2\omega \operatorname{dn}^2\omega}{\beta^2\gamma^2 \operatorname{sn}^2\omega} - \frac{1}{\operatorname{sn}^2\omega},$$

puis, après une réduction facile et au moyen de la valeur obtenue pour $F(0)$,

$$F''(0) = -\frac{2k \operatorname{sn}\omega}{\alpha(\alpha - \gamma)}.$$

» Cette expression restant la même lorsqu'on change i en $-i$, nous pouvons écrire

$$F''_1(0) = -\frac{2k \operatorname{sn}\omega}{\alpha(\alpha - \gamma)},$$

et, comme on a déjà trouvé

$$F'(0) = -\frac{k \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega}{\beta\gamma},$$

nous en concluons

$$F'(0) F''_1(0) = \frac{2k^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega}{\alpha\beta\gamma(\alpha - \gamma)},$$

et, en employant la valeur de k^2, l'équation suivante :

$$(\alpha - \gamma)^2 F'(0) F''_1(0) = \frac{2(\alpha - \beta) \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega}{\alpha\beta\gamma} = \frac{il}{n}.$$

» Si on se rapproche maintenant de la relation déjà donnée

$$\lambda = -\frac{(\alpha - \beta) \operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega}{\alpha\beta\gamma},$$

on trouve immédiatement

$$\lambda = -\frac{il}{2n};$$

c'est le résultat que j'ai principalement en vue d'obtenir, afin d'avoir la détermination précise de la constante λ, qui n'était encore connue qu'au signe près.

» En dernier lieu, et à l'égard de ω, on remarquera que la fonction $F(u)$ change seulement de signe ou se reproduit quand on met $\omega + 2K$ et $\omega + 2iK'$ à la place de ω. Et comme on peut obtenir un tel changement de signe pour la valeur de $x + iy$, en remplaçant φ par $\varphi + \pi$ dans l'argument du facteur constant A, il en résulte qu'il est permis de faire $\omega = K + iv$, au lieu de $\omega = \pm K + iv$, et de déterminer une valeur de v, comprise entre $-K'$ et $+K'$.

» Or, de la relation

$$\operatorname{sn}^2(v, k') = \frac{\beta^2(\gamma^2 - \alpha^2)}{\alpha^2(\gamma^2 - \beta^2)},$$

se tirent deux valeurs égales et de signes contraires de cette quantité entre lesquelles il reste à choisir. C'est à quoi l'on parvient au moyen de la condition

$$\frac{il}{2n} = \frac{(\alpha - \beta)\operatorname{sn}\omega \operatorname{cn}\omega \operatorname{dn}\omega}{\alpha\beta\gamma},$$

qui prend, si l'on y fait $\omega = K + iv$, la forme suivante,

$$\frac{l}{2n} = -\frac{(\alpha - \beta)k'^2 \operatorname{sn}(v, k)\operatorname{cn}(v, k')}{\alpha\beta\gamma \operatorname{dn}^3(v, k')};$$

or, γ étant négatif, on voit ainsi que v aura le signe de l ou un signe contraire, suivant que la racine moyenne β sera positive ou négative. Dans le cas de $\beta = 0$, on a donc

$$\omega = K$$

et, par suite,

$$F(u) = k \operatorname{cn} u e^{-\frac{iul}{2n}}:$$

c'est un exemple de ces fonctions particulières de seconde espèce qui ont été considérées par M. Mittag-Leffler, *Sur les fonctions doublement périodiques de seconde espèce* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 177). »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Note sur le mode d'action des ferments solubles;* par M. **Ad. Wurtz.**

« J'ai fait connaître, il y a quelque temps, à l'Académie une expérience tendant à prouver que la papaïne, ferment soluble du Carica Papaya, peut se fixer sur la fibrine à l'état insoluble, et que cette fibrine, ainsi modifiée, peut-être par une sorte de combinaison avec le ferment, est digérée dans l'eau pure à une température de 40°. J'ai fait depuis la même expérience, avec le même succès, en employant la pepsine. M'étant procuré une bonne pepsine commerciale, j'ai mis en digestion, pendant deux heures, 10^{gr} de fibrine très divisée avec une solution d'une petite quantité de cette pepsine; j'ai lavé ensuite à grande eau, et j'ai ajouté 100^{cc} de solution chlorhydrique à 4 millièmes. Le tout ayant été maintenu à 38° pendant deux jours, la fibrine s'est dissoute à un faible résidu près; la liqueur, additionnée de son volume d'alcool, puis filtrée, a fourni une solution de peptone, non précipitable par l'acide nitrique.

» La même quantité de fibrine s'est comportée exactement de la même manière, lorsqu'on l'a fait digérer avec une petite quantité de pepsine, sans lavage préalable.

» Mise en digestion, pendant deux jours, à 38°, avec 100^{cc} de liqueur chlorhydrique, la même fibrine (10^{gr}) s'est dissoute pareillement, sauf un léger résidu. La liqueur, additionnée de son volume d'alcool et filtrée, a donné un abondant précipité par l'acide nitrique.

» Dans les deux premières expériences, la fibrine s'était donc convertie en peptone; dans la troisième, en syntonine.

» J'ai voulu étendre ces expériences à la caséine insoluble : le résultat n'a pas été aussi net, en raison des difficultés que l'on rencontre pour le lavage de la caséine précipitée par un acide, laquelle est légèrement acide et se dissout à la longue dans l'eau pure; et, pour que l'expérience soit concluante, il est nécessaire de prolonger les lavages pendant longtemps, ce qui est facile dans le cas de la fibrine. On s'est procuré la caséine en additionnant du lait frais d'une petite quantité de soude caustique, agitant à plusieurs reprises avec de l'éther, filtrant et précipitant la solution aqueuse par l'acide chlorhydrique faible.

» **1.** 20^{gr} de cette caséine ont été impressionnés pendant une heure par de la papaïne, puis lavés pendant longtemps à l'eau glacée. Après avoir re-

nouvelé dix-huit fois l'eau sur le filtre, on a fait digérer le résidu pendant trente-six heures avec de l'eau pure : il est resté un résidu de dyspeptone, et la liqueur filtrée a fourni, après l'évaporation, 1^{gr} de peptone de caséine très soluble dans l'eau et non précipitable par l'acide nitrique.

» 2. 20^{gr} de la même caséine ont été impressionnés par la pepsine, puis lavés avec les précautions indiquées. Le résidu, digéré avec 50^{cc} d'eau pure, a fourni 0^{gr},428 de dyspeptone sèche et 0^{gr},303 de peptone de caséine.

» 3. 5^{gr} de cette caséine, mis en digestion avec la pepsine, ont donné un résidu de 0^{gr},168 de dyspeptone et 0^{gr},732 de peptone de caséine. Cette peptone est restée, après l'évaporation, sous forme d'un vernis gommeux, entièrement soluble dans l'eau; la solution n'est pas précipitée par l'acide nitrique.

» 4. 20^{gr} de la même caséine, ayant été chauffés à 37° pendant trois jours, avec l'eau pure, ont fourni une liqueur lactescente qui a filtré trouble; le liquide filtré précipitait abondamment par l'acide nitrique.

» 5. 15^{gr} de caséine humide impressionnés pendant une heure à 40° par la pepsine, et soumis à de longs lavages, se sont réduits à 3^{gr}. Ce résidu a été mis en digestion pendant quarante-huit heures avec 50^{cc} d'eau pure et a fourni 0^{gr},730 de dyspeptone sèche et 0^{gr},470 de peptone de caséine, très soluble dans l'eau; la solution ne précipitait ni par l'acide nitrique ni par le nitrate d'argent.

» 6. 10^{gr} de cette même caséine, digérés avec de l'eau pure à 40°, ont fourni 2^{gr} d'un résidu sec insoluble, et, par l'évaporation de la liqueur, 0^{gr},120 d'un résidu soluble, précipitable par l'acide nitrique et par le nitrate d'argent.

» Les expériences sur la caséine impressionnée, soit par la papaïne, soit par la pepsine, pouvant laisser quelques doutes, en raison de la forte proportion de matière qui disparaît pendant les lavages, on a cherché à obtenir un précipité de caséine plus cohérent et plus facile à laver que le précédent.

» Pour cela on fait bouillir la caséine, dont la préparation a été décrite plus haut, pendant quelques minutes, avec une solution étendue de sulfate de magnésie, puis on l'a filtrée et lavée.

» 7. 30^{gr} de cette caséine, impressionnés pendant trois heures par une solution de 1^{gr} de papaïne, ont été réduits à 15^{gr} par le fait de cette digestion. Ces 15^{gr}, soumis à de longs lavages à l'eau pure, puis digérés pendant quarante heures avec 150^{cc} d'eau pure, ont laissé un résidu insoluble de 2^{gr},92 sec). La solution jaunâtre, *non précipitable* par l'acide nitrique, a laissé,

après l'évaporation, $1^{gr},02$ de peptone sèche entièrement soluble dans l'eau.

» 8. 30^{gr} de la même caséine, impressionnés pendant trois heures avec la pepsine, réduits à 20^{gr}, lavés à grande eau, puis mis en digestion pendant quarante heures avec 150^{cc} d'eau pure à $40°$, ont laissé $3^{gr},79$ d'un résidu insoluble, et ont fourni une solution *non précipitable* par l'acide nitrique, qui a laissé, après l'évaporation, $1^{gr},95$ d'une peptone entièrement soluble dans l'eau.

» 9. 30^{gr} de cette même caséine, mis en digestion pendant quarante heures, à $40°$, avec 150^{cc} d'eau pure, ont laissé un résidu de $8^{gr},32$ et ont fourni une solution *précipitable* par l'acide nitrique et qui a laissé, après l'évaporation, un résidu de $0^{gr},61$.

» Ces expériences démontrent que les deux ferments solubles, pepsine et papaïne, en se fixant, à l'état insoluble, sur certaines matières albuminoïdes, modifient ces dernières de telle façon qu'elles peuvent s'hydrater à $40°$ par l'action de l'eau pure, en formant de véritables peptones. »

GÉOLOGIE. — *Classification des cassures de divers ordres (lithoclases) que présente l'écorce terrestre;* par M. **Daubrée.** (Extrait.)

« A part les innombrables interstices, souvent désignés sous les noms de *ioints* ou de *délits*, qui séparent les couches des terrains stratifiés, on sait que des fentes ou fissures traversent toutes les roches constitutives de l'écorce terrestre, quels que soient l'origine et l'âge de ces roches.

» A raison de leur apparence irrégulière, les plus fréquentes de ces fentes, celles qui se présentent partout, ont peu attiré l'attention jusqu'à ce que, dans ces derniers temps, l'expérimentation eût éclairé leur mode de formation. Guidée alors par une intelligence plus intime des phénomènes, l'observation a fait reconnaître des faits jusqu'alors inaperçus; elle a trouvé de toutes parts la même disposition géométrique que dans les cassures artificiellement obtenues [1].

---

(1) Exemples fournis par les falaises de Normandie aux environs du Tréport (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 677; 1879);

Id. aux environs de Fontainebleau (*id.*, t. LXXXIX, p. 624; 1879);

Id. aux environs d'Étretat et de Dieppe (*id.*, t. XCII, p. 393; 1881);

Id. par les environs de Paris (*Bulletin de la Société géologique de France*, t. VIII, p. 468; 1880);

Id. par quelques parties des Alpes Suisses (*id.*, t. IX, p. 559; 1881).

» J'ai pensé qu'il devenait possible de définir ces cassures avec plus de précision qu'on ne l'avait fait, d'y établir des différences et des rapprochements utiles pour des observations ultérieures et de les classer méthodiquement.

» Je me bornerai à donner ici le résultat sommaire de cet essai.

» Le Tableau suivant présente, sous une forme synoptique, les classes, ordres, genres et types de lithoclases.

» Considérées dans leur ensemble, les *lithoclases* (1) se répartissent en trois grandes catégories ou classes :

» I. Leptoclases (2), cassures qui sont de dimensions faibles dans les deux sens, ou au moins dans un. Elles débitent une portion notable de l'écorce terrestre en menus fragments.

» Tantôt elles sont dues à des actions intérieures ou moléculaires, généralement à un retrait, qui a pour cause soit le refroidissement, soit la dessiccation : ce sont alors les *synclases* (3), parfois rappelant une régularité géométrique (prismes de basalte, de porphyre), parfois irrégulières. — Tantôt elles résultent d'actions mécaniques extérieures et généralement d'une pression : ce sont alors les *piésoclases* (4), ordinairement irrégulières, et qui se signalent souvent par des surfaces frottées (craie, argile, houille, etc.), et par des rejets (marbre ruiniforme de Florence).

» II. Diaclases (5). — Cassures qui s'étendent souvent, avec des formes à peu près planes, sur plus de 100^m dans le sens horizontal, ainsi que dans le sens vertical.

» On est amené à y comprendre des cassures beaucoup moins grandes ou discontinues, mais qui s'y rattachent par des liens de parenté évidents, notamment par la constance de leur direction, qui se poursuit malgré des interruptions, ou par leur parallélisme à une direction unique.

---

(1) De λίθος, pierre, et κλάω, briser.

(2) De λέπτος, menu, ténu, et κλάω, briser, diviser.

(3) De σύν, qui ne veut pas seulement dire *avec*, mais qui désigne aussi une action complexe et simultanée, telle que la contraction, de même qu'en latin la préposition *cum* dans *contrahere*.

(4) De πιέζω, presser ou comprimer, au futur πιέσω, et κλάω, briser.

(5) De la préposition διά, qui veut dire à travers et marque une division, comme dans e mot diaphragme, et de κλάω, qui veut dire *fissure par brisement* et peut s'appliquer à deux surfaces qui, même séparées, resteraient sur le même plan.

CLASSIFICATION DES LITHOCLASES.

1° LEPTOCLASES...

- **A. Synclases.** Produites par des actions mécaniques intérieures ou moléculaires, et généralement par un *retrait* qui peut être dû...
  - **Au refroidissement..**
    - Prismes, parfois articulés, des basaltes, des trachytes, des trapps, des porphyres, etc.; structure colonnaire ou prismatique : *Säulenförmige Absonderung* (Naumann).
    - Sphéroïdes à couches concentriques de basaltes, de wackes, de trachytes; structure sphéroïdale; *Kugelförmige Absonderung*.
    - Formes de retrait de certaines roches, grès, argiles, etc., chauffés naturellement ou artificiellement : calcaire de Gergovia, argiles du Puy, grès de Wildenstein près Geissen.
  - **A la dessiccation...**
    - Prismes de certains gypses.
    - Polyèdres des limons et des argiles desséchés.
    - Réseaux des cassures des *septaria*, des grès strontianien, des marnolites, des caillasses et du lœss; des marnes supérieures au gypse.
- **B. Piésoclases** (¹). Produites par des actions mécaniques extérieures et généralement par une *pression*. ....
  - Réseaux de petites cassures, planes ou courbes, qui divisent irrégulièrement les roches les plus variées : granites, calcaires, grès, schistes, etc., en fragments naturels et qui sont surtout nombreuses aux abords de la surface du sol.
  - Réseaux de veines concrétées dans l'intérieur des cassures qu'elles rendent ainsi très reconnaissable : veines de calcite dans les calcaires de tout âge (marbres veinés), dans les ophicalces, etc.; veines de quartz dans les quartzites et dans les phyllades; veines de minéraux métalliques, surtout à proximité des filons et des diaclases métallifères.
  - Structure dite *cone in cone* (anglais), *Tuten, Nagel* (allemand), dans divers calcaires et marnes; houille frisée, houille à œil-de-perdrix (Loire).
  - Miroirs et surface de glissement (*Quetschfläche*, Naumann) de roches diverses, houille, lignite, calcaire, grès, schiste, argiles (particulièrement les *argille scagliose*), minerais de fer, serpentines, nouméites, et de météorites sporadosidères du type de Chantonnay, et des syssidères du type d'Atacama.
  - Surfaces cannelées, connues sous le nom de *stylolithes*.
  - Craquelé du marbre ruiniforme de Florence (*pietra paesina*).
  - Craquelé cuboïde de la météorite holosidère de Sainte-Catherine.

2° DIACLASES (²)..

- Grès de Fontainebleau, gypse, calcaire grossier du bassin de Paris, arkoses de l'Auvergne, molasse de la Suisse; craie des falaises de la Normandie; calcaire jurassique de la Lorraine, vallée de Zermatt, massif du mont Perdu, etc., etc.
- Granite de Cornwall, de Carlsbad en Bohême, etc.
- Formes pseudo-régulières des phyllades, des leptinolithes, de la houille (*cleat, slyne, face*, en anglais; *Klüfte*, en allemand, en partie).
- Réseaux injectés de substances métallifères; Wiesloch (Bade), Laurium, Wisconsin, etc.
- Réseaux des cassures principales des glaciers.

3° PARACLASES (³)..

- Réseaux reconnus dans l'exploration géologique de la plupart des contrées du globe, et spécialement étudiés dans l'exploitation des bassins houillers et des gîtes métallifères.

(¹) En français : *fissures* (d'Omalius), *fissures anormales* (Thurmann); *cavaliers* ou *mauvaises routes*, chez les carrier du Jura français. — En allemand : *Spalten, Risse, Klüfte* (en partie); *Zerklüftungsfläche* (Naumann).

(²) En français : *joints d'injection* (d'Omalius), *diaclives* (Thurmann), *joints de glissement* (Daubrée). Noms vulgaires donnés par les ouvriers : *joints, feuillères, feuillets, ranières*, aux environs de Paris; *coupes, coulis*, en Lorraine; *layes, layerons, biaises, rifflots, longraines, peaux, couteaux*, dans les Ardennes et en Belgique; *chefs, torsins, érusses* ou *rem-brayures*, aux environs d'Angers; *lèves*, chez les marbriers de Cannes; *fils, glaces*, dans le granite de Vire; *routes* (de *rupta*), dans le Jura, etc., etc. — En anglais : *joints, master joints* (John Phillips et la plupart des auteurs); *divisional planes* (de la Bêche); *jointed planes* (Haughton); *jointing* (William King). — En allemand : *parallelipipedische Absonderung* (Naumann); *plattenförmige Absonderung* (en partie).

(³) En français : *failles*. — En anglais : *fault*. — En allemand : *Sprunge, Sprungekluft, Dislocationsspalte, Werwerfungsspalte* (Naumann).

» III. PARACLASES (failles) [1]. — Cassures dont la forme se rapproche beaucoup de celles des diaclases, mais qui s'en distinguent par des dimensions beaucoup plus grandes, dépassant souvent 1000^m dans le sens horizontal, et surtout par la grandeur du rejet, indéfini dans la profondeur, qui les accompagne.

» Beaucoup de piésoclases ont la même origine que les diaclases et les paraclases, et se sont souvent produites en même temps que ces dernières.

» Néanmoins, de même que dans beaucoup d'autres cas, où il existe des passages, il est nécessaire d'établir une démarcation, d'ailleurs fondée sur des caractères géométriques et des différences de dimensions.

» Il importe toutefois de remarquer, en présence de cette liaison entre des cassures différentes par leur dimension, que les synclases constituent un ensemble nettement délimité, et il convient d'autant plus de le faire, qu'à première vue, à cause de certaines ressemblances dans les caractères géométriques, on a généralement rapproché, sous le nom unique de *joints,* les systèmes de cassures qui déterminent des prismes, de celles qui déterminent des parallélépipèdes ou des rhomboïdes.

BOTANIQUE. — *La ramification dans les végétaux est-elle partout et toujours acropète?* par M. A. TRÉCUL.

« Il y a cinquante ans, les botanistes pensaient que les tiges se ramifient de bas en haut, et que les feuilles se forment de haut en bas. En 1837, M. Ad. Steinheil assura que les feuilles composées font exception à la règle, et qu'elles se forment de bas en haut. En 1846, M. Mercklin nia ces exceptions, et affirma que toutes ces feuilles se forment de haut en bas. M. Adr. de Jussieu, après l'étude des feuilles du *Guarea,* dit que les feuilles composées pourraient bien se former de bas en haut. En 1853, après l'examen d'un grand nombre de végétaux, j'annonçai qu'il existe réellement des feuilles à ramification *acropète* ou *basifuge* et des feuilles à ramification *basipète;* je dis aussi qu'il y a des feuilles à *formation mixte* et d'autres d'un type que je qualifiai de *formation parallèle.* Après ma Communication à l'Académie, M. Payer prétendit que, dans les feuilles comme dans les tiges, la ramification a toujours lieu de bas en haut; que toujours les ra-

[1] La préposition παρά, qui exprime ordinairement *obliquité, latéralité, irrégularité,* s'applique bien à une fissure accompagnée de l'abaissement de l'une des deux surfaces, comme celui qui résulterait d'un glissement mutuel.

meaux de même génération naissent de bas en haut, et que, si certaines feuilles paraissent se former de haut en bas, c'est qu'elles ont une constitution analogue à celle de la grappe scorpioïde (*Comptes rendus*, t. XXXVII, p. 419 et suiv.). Je n'eus pas de peine à montrer que la structure de ces feuilles n'a rien de ce qui constitue la grappe scorpioïde.

» Aujourd'hui, certains botanistes reviennent à l'avis de M. Payer, et le dépassent même. Ainsi, M. J. Sachs (*Traité de Botanique*, traduction française, 1873, p. 224 à 226) ne parle plus de feuilles basipètes. Il rattache les feuilles composées pennées, les feuilles séquées, partites, lobées, dentées des Monocotylédones et des Dicotylédones, au type acropète (ou basifuge). Se fondant sur la constitution scorpioïde des feuilles des *Helleborus*, *Amorphophallus*, etc., il regarde les feuilles digitées et les palmées comme des grappes scorpioïdes raccourcies, dont les rameaux sont insérés au même niveau au sommet du pétiole. Pourtant la vue des figures de M. Payer concernant les feuilles du *Lupinus* le ramène au doute; il admet, pour certaines feuilles, la possibilité d'une formation de haut en bas. N'est-il pas singulier que ce soient les *feuilles digitées* du *Lupinus* qui lui suggèrent cette réflexion, et non les feuilles de l'une des nombreuses plantes qui présentent réellement des *feuilles pennées basipètes*, qu'il semble méconnaître? Le tableau suivant prouve incontestablement que, dans les feuilles du *Cephalaria leucantha*, les plus jeunes folioles sont les inférieures à toutes les phases de l'apparition de ces folioles; il en est ainsi dans toutes les feuilles pennées basipètes.

	Première feuille.	Deuxième feuille.	Troisième feuille.	Quatrième feuille.
	mm	mm	mm	mm
Hauteur de la feuille....	0,55...	1,40...	3 ...	8,50
Foliole term...........	0,26...	0,67...	1,80...	4,80
1re foliole lat.........	0,07...	0,35...	0,85...	2,80
2e foliole............	0,03...	0,20...	0,55...	2,05
3e foliole............	» ...	0,13...	0,42...	1,65
4e foliole............	» ...	0,035..	0,27...	1,05
5e foliole............	» ...	» ...	0,17...	0,65
6e foliole............	» ...	» ...	0,10...	0,50
7e foliole............	» ...	» ...	0,05...	0,36
8e foliole............	» ...	» ...	» ...	0,18

» Il est bien certain que la ramification n'est pas la même partout. Je l'ai montré dans l'inflorescence de quelques Graminées (*Nardus stricta*, etc.). Il y a assurément deux sortes de feuilles pennées : les *pennées basifuges* ou *acropètes* et les *pennées basipètes*. Je soutiens aussi que les

euilles pennées basipètes, pas plus que les digitées, les palmées, les peltées et les digitinerviées, ne sont expliquées, en leur attribuant une constitution scorpioïde, qui n'existe pas chez elles.

» N'est-il pas évident que, morphologiquement, la grappe scorpioïde ne subsiste plus, quand, par la pensée, on a raccourci la grappe au point de ramener tous les rameaux au même niveau, au sommet du pétiole? Ce qui constitue la grappe scorpioïde, c'est l'insertion du dernier rameau, du quatrième je suppose, sur le troisième, de celui-ci sur le deuxième, du deuxième sur le premier, et de ce premier sur l'axe. S'il ne peut plus y avoir de grappe scorpioïde quand tous les rameaux sont ainsi ramenés au sommet du pétiole, à plus forte raison n'y en aura-t-il pas dans les feuilles pennées basipètes, dont les folioles sont de même génération, au même titre que celles des feuilles basifuges.

» Mais, pourra-t-on dire, la grappe scorpioïde n'est pas alors à l'extérieur, elle est interne; elle réside dans la disposition des faisceaux. Cette assertion serait aussi erronée que la première. J'y ai déjà répondu en 1853 (*Ann. Sc. nat.*, 3e série, t. XX, p. 183 et suiv.). Que l'Académie me permette de citer de nouveau quelques exemples.

» La grappe scorpioïde interne suppose *une succession unilatérale de faisceaux nés les uns des autres et portés par un faisceau primordial*. Or, dans les feuilles digitées et digitinerviées, il y a dans le pétiole ordinairement à peu près autant de faisceaux longitudinaux qu'il existe de folioles, de lobes ou de nervures digitées (*Lupinus*, *Æsculus*, *Ricinus*, *Acer*, *Paulownia*, *Menispermum*, etc.). Il y a environ une douzaine de faisceaux dans le pétiole du *Lupinus macrophyllus*. Tous ces faisceaux sont reliés latéralement les uns aux autres au-dessous des folioles, et leurs ramifications forment en outre, au sommet du pétiole, en travers de la moelle, un lacis qui réunit encore entre elles les folioles à leur insertion. On ne saurait donc trouver dans les feuilles de ce *Lupinus* une double grappe scorpioïde. J'en pourrais dire autant du *Menispermum canadense*, etc., pour ses nervures digitées. Dans le *Paulownia imperialis*, c'est une couche fibrovasculaire continue qui entoure la moelle dans le pétiole.

» D'autre part, pour qui connaît les faits, il semble incroyable que l'on puisse nier ou révoquer en doute l'ordre d'apparition des folioles dans les feuilles pennées *basipètes*. Même en cette saison (novembre et décembre), on en trouve de beaux exemples dans les *Cephalaria leucantha*, *Balansæ*, *Valeriana officinalis*, *Potentilla Anserina*, *pensylvanica*, *Sanguisorba offici-*

nalis, etc. Dans ces dernières plantes, le nombre des faisceaux du rachis est moindre que celui des folioles. Il y en a souvent cinq ou sept, quelquefois plus, d'autres fois trois seulement. Ces faisceaux longitudinaux du rachis naissent vasculairement isolés les uns des autres ; par en haut ils sont seulement tardivement réunis par des anastomoses obliques ; parfois ils sont aussi rapprochés latéralement à diverses hauteurs. Le médian est le premier formé et le plus long ; les marginaux sont les derniers apparus et sont les plus courts. Le médian est continu avec la nervure médiane de la foliole terminale. Il donne quelquefois insertion à la nervure médiane de la foliole latérale supérieure de chaque côté (*Valeriana*); dans les *Potentilla pensylvanica, Anserina*, il supporte aussi les deuxièmes folioles latérales. Le premier faisceau latéral de chaque côté donne insertion à la nervure médiane de la foliole qui vient au-dessous des précédentes, et souvent aussi à une, deux ou trois autres folioles placées de plus en plus bas. Dans les *Cephalaria leucantha, Balansæ,* c'est même sur ce premier latéral de chaque côté que s'insère la nervure médiane des folioles de la paire supérieure. Le deuxième faisceau latéral supporte la nervure médiane d'une, deux ou trois des folioles qui viennent après de haut en bas, etc. Le faisceau marginal du rachis donne ordinairement insertion à la nervure médiane des folioles les plus bas placées. Si ce faisceau marginal est très faible, il continue seulement une nervure latérale de la foliole inférieure. En outre, un petit fascicule unit fort souvent, dans le rachis, la partie inférieure de la nervure médiane des folioles superposées (*Potentilla, Sanguisorba,* etc.)

» Ces faisceaux du rachis, d'abord indépendants par en haut, sont quelquefois manifestement réunis au bas de la gaîne. Dans les *Cephalaria* cités et dans le *Valeriana,* les faisceaux latéraux d'un même côté sont reliés par en bas entre eux et avec ceux du côté correspondant de la feuille opposée. On pourrait être tenté de trouver là l'origine de l'apparition basipète des folioles et la confirmation de la prétendue loi générale qui, dit-on, régit la ramification de bas en haut. On pourrait dire : le premier faisceau latéral porte les folioles latérales les plus haut placées ; le deuxième faisceau latéral, qui est plus jeune que le premier, et inséré sur lui par en bas, porte les folioles situées au-dessous des supérieures ; le troisième faisceau latéral, plus jeune que le deuxième, et aussi relié à lui, porte les folioles inférieures. Donc la loi de ramification que nous admettons est vérifiée.

» On pourrait soutenir cela si chaque faisceau du rachis ne portait qu'une ou deux folioles ; mais chaque faisceau en supporte souvent trois

ou quatre. Comme ces trois ou quatre folioles se succèdent de haut en bas, il est prouvé de nouveau que la formation des folioles n'est pas soumise à la loi dite générale de la ramification de bas en haut.

» N'est-il pas clair que tout cet ensemble ne peut constituer de chaque côté de la feuille une grappe scorpioïde? Et puis, les faisceaux du rachis ne peuvent avoir aucune influence sur la naissance des folioles, car celles-ci apparaissent bien avant les faisceaux vasculaires rachidiens, qui leur correspondent; elles naissent même souvent avant l'ébauche cellulaire de ces faisceaux

» Les premiers vaisseaux des folioles naissent aussi indépendants de ceux du rachis, à une époque où ceux-ci peuvent ne pas exister encore. Le *Valeriana officinalis* en donne en ce moment de beaux exemples, que je regrette de ne pouvoir décrire, faute d'espace.

» Le premier vaisseau de chaque foliole débute dans la région moyenne, ou dans la partie supérieure, quelquefois en bas de la nervure médiane, et, dans la série des folioles, suivant l'ordre de naissance basipète de celles-ci (*Cephalaria*, *Valeriana*, *Potentilla*, etc.).

» Voici l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans la feuille du *Cephalaria leucantha*. — Dans des bourgeons axillaires, j'ai vu le premier vaisseau des deux premières feuilles apparaître, suivant la vigueur de la végétation, tantôt dans la base de la nervure médiane de la feuille, tantôt dans la région moyenne, tantôt dans la foliole terminale. — Dans les bourgeons terminaux, le premier vaisseau s'est toujours montré dans la foliole terminale. Étendu par en haut et par en bas, il se double, en haut de la foliole, d'un ou de quelques autres vaisseaux. Simple par en bas, il peut déjà être continu jusque dans la tige, au-dessous d'une feuille de $2^{mm},90$.

» Dans une feuille de 4^{mm}, dont la foliole terminale avait déjà des vaisseaux dans quelques nervures latérales, le fascicule médian du rachis avait deux vaisseaux, et plus bas dans la gaîne un seul, qui était prolongé dans la tige. — Le premier faisceau latéral de chaque côté avait un vaisseau étendu à la fois dans la gaîne et dans la tige. D'un côté le vaisseau arrivait un peu au-dessous du niveau de la foliole inférieure; dans le faisceau de l'autre côté, le vaisseau n'arrivait que dans le bas de la gaîne, et se prolongeait davantage dans la tige. — Il est à noter que les folioles supérieures de chaque côté, avec lesquelles ces vaisseaux latéraux du rachis devaient plus tard être en relation, possédaient déjà un vaisseau dans leur nervure médiane. Dans une feuille un peu plus avancée, le vaisseau de chaque premier faisceau latéral montait un peu plus haut. Dans des feuilles plus âgées

encore (5^{mm} à 6^{mm}), ce premier vaisseau latéral de chaque côté était réuni aux premiers vaisseaux des deux ou trois folioles latérales supérieures. C'est vers cette époque que naît dans le rachis le premier vaisseau du deuxième faisceau latéral de chaque côté. D'abord libre, il ne tarde pas à recevoir par en haut l'insertion du premier vaisseau de deux ou trois folioles de la région moyenne; par en bas, il va s'unir avec le premier faisceau latéral du même côté, dans la partie de la gaîne connée avec la feuille opposée. Alors il est mis en relation avec le vaisseau symétrique de l'autre feuille. — De ce trait d'union vasculaire des deux feuilles s'élève parfois un fascicule qui reçoit l'insertion du premier vaisseau du troisième faisceau latéral du côté correspondant de chaque feuille, lequel vaisseau, né dans le rachis, reçoit l'insertion vasculaire d'une ou des deux folioles inférieures du même côté. D'autres fois le troisième faisceau latéral de chaque feuille s'insère isolément sur le trait d'union des deux feuilles. — Ces divers faisceaux latéraux du rachis, d'abord indépendants, puis réunis par en bas, sont ensuite reliés par en haut par une anastomose, chacun avec le faisceau qui l'a précédé.

» Ni dans le *Potentilla Anserina*, ni dans le *P. pensylvanica*, etc., les faisceaux du rachis ne sont unis à la base de la feuille comme dans les *Cephalaria* et le *Valeriana* cités. Je me borne à constater ici que, dans des feuilles de 2^{mm} du *Potentilla pensylvanica*, j'ai vu poindre dans la gaîne, à l'intérieur de la nervure médiane et du premier faisceau latéral, et plus tard dans le deuxième latéral, auprès de l'insertion de la stipule, des vaisseaux que je ne puis décrire, faute d'espace, pendant qu'il s'en développait dans la nervure médiane de la foliole terminale; je constate aussi qu'il en naît ensuite successivement de haut en bas dans les nervures médianes des autres folioles.

» Après l'apparition des premiers vaisseaux dans les nervures médianes des folioles naissent ceux des nervures latérales pennées de celles-ci. Mais là se présentent deux cas : ou bien l'ordre de naissance des vaisseaux de ces nervures pennées est basipète comme celui des folioles, de leurs nervures médianes et de leurs dents; ou bien les nervures latérales des folioles suivent un autre ordre d'apparition, qui donne lieu à un type *mixte*.

» Je ne puis m'occuper ici que du type exclusivement basipète, et je n'en donnerai qu'un seul exemple, qui en ce moment même se vérifie aisément dans toutes ses parties.

» Dans le *Potentilla pensylvanica* et autres plantes analogues, les dents des

jeunes feuilles sont relativement grandes et s'y présentent comme des lobes profonds.

» Les nervures pennées des folioles leur correspondent directement, et c'est souvent à l'intérieur de ces dents que commence le premier vaisseau, alors libre par les deux bouts. D'autres fois cependant il débute au contact de la nervure médiane, mais toujours c'est celui des dents supérieures qui se montre d'abord dans ce *Potentilla pensylvanica*. Ce n'est pas tout encore. Les vaisseaux des nervures tertiaires de chaque foliole commencent en haut des dents. De chaque côté de la nervure médiane de la dent se forme un petit vaisseau, qui se dirige obliquement de haut en bas, parallèlement au bord de cette dent. A quelque distance au-dessous naissent, sur la nervure médiane de la dent et de haut en bas, les vaisseaux de deux ou trois nervures pennées, dont la supérieure, en se courbant de bas en haut, va s'unir au vaisseau qui descend. Le vaisseau de la nervure placée plus bas du même côté va aussi se relier au précédent, près du bord.

» Pendant que ces vaisseaux latéraux du haut de la dent se développent, il se fait, au-dessous de chaque sinus rentrant qui sépare deux dents, une fourche vasculaire, dont chaque branche monte dans le côté de la dent voisine, et va plus haut se relier aux vaisseaux marginaux correspondants. Entre cette branche de la fourche et la nervure médiane de la dent s'interposent des nervures pennées inférieures. La tige de cette fourche s'insère tantôt sur la nervure médiane de la foliole, tantôt sur celle de l'une des deux dents adjacentes.

» La feuille du *Potentilla pensylvanica* est donc cinq fois basipète ; elle l'est : 1° par la naissance des folioles ; 2° par celle des dents ; 3° par l'apparition des vaisseaux dans les nervures médianes des folioles ; 4° par l'apparition des vaisseaux des nervures pennées ou secondaires ; 5° par la naissance des vaisseaux dans les nervures latérales des dents.

» *Puisqu'il y a des feuilles et des folioles dont les dents ou les vaisseaux de leurs nervures pennées naissent de haut en bas, il est évident que la formation basipète est indépendante de la constitution scorpioïde.*

» DONC LA RAMIFICATION N'EST PAS PARTOUT ET TOUJOURS ACROPÈTE ; *ce que démontre également la naissance des folioles elles-mêmes.* »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Réponse aux observations de M.* Daubrée, *présentées dans la séance du* 19 *décembre;* par M. **Émile Blanchard**.

« Au sujet de ma Communication touchant les preuves de la formation récente de la Méditerranée, M. Daubrée se plaît à rappeler que, dès une époque fort ancienne, il y eut une mer sur l'espace qu'occupent les eaux de la Méditerranée. D'après ce fait, il ne croit pas pouvoir adopter « la » conclusion formulée d'une manière absolue que la Méditerranée entière » est de formation toute récente ».

» A lire la Note de mon savant confrère, il semblerait que j'ai mis en doute l'existence d'une mer intérieure aux époques tertiaires. Rien de semblable ne m'est venu en idée; mon Mémoire en témoigne.

» M. Daubrée insiste sur l'extension de la mer à l'époque pliocène et sur la présence des dépôts pliocènes soulevés parfois à une grande hauteur au-dessus des eaux. Je ne puis qu'applaudir à cette insistance.

» En effet, les soulèvements partiels reconnus par les géologues me paraissent un indice remarquable du soulèvement plus général qui amena, vers la fin de la période tertiaire, la disparition, que j'ai voulu constater, de la mer intérieure.

» M. Daubrée admettrait volontiers l'existence de « quelques langues » de terre ou isthmes qui auraient pu servir de ponts aux émigrations ani- » males et végétales ». Je puis affirmer que de tels passages n'auraient jamais suffi pour la dissémination de la plupart des espèces animales. Des communications fort étendues entre l'Europe et l'Afrique, entre l'Europe et l'Asie ont été nécessaires pour que se constituât l'étonnante homogénéité de la faune et de la flore du bassin méditerranéen. Pendant une période qui certainement fut longue, la mer intérieure avait donc disparu, soit en totalité, soit en grande partie. De l'ensemble des faits tirés de la flore, de la faune terrestre et de la faune marine, faits qui se comptent par milliers, et qui tous concordent, la déduction est inéluctable, et complète est la preuve que la Méditerranée actuelle s'est ouverte lorsque les animaux et les plantes que nous voyons sur ses rivages vivaient dans les conditions mêmes où ils se trouvent de nos jours; ainsi, dans l'âge moderne de la terre.

» M. Daubrée s'inquiète de savoir « si des Insectes qui ont été pris » comme exemples ne remontent pas à une époque plus ancienne que » l'époque actuelle ». Je demeure très convaincu que les animaux et les végétaux qui vivent aujourd'hui ont été les contemporains d'une foule

d'espèces éteintes. Il n'en est pas moins vrai que de médiocres variations dans les conditions d'existence déterminent des changements considérables dans les faunes et dans les flores. Des faits très certains, déjà nombreux et partout signalés, attestent qu'aux mêmes lieux les flores et les faunes des époques tertiaires diffèrent à beaucoup d'égards de celles que nous observons au temps actuel. »

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Observations sur l'état de la Méditerranée à la fin de l'époque tertiaire;* par M. **Hébert**.

« Comme l'a dit notre confrère M. Daubrée, tous les géologues constatent que la mer a occupé la dépression méditerranéenne, non seulement aux époques anciennes, jurassiques, crétacées, etc., mais aux époques plus récentes de la période tertiaire, et même pendant la période quaternaire. M. Blanchard étant d'accord avec les géologues sur ces points, je dois dire que, dans l'état actuel de la Science, je ne crois pas qu'on puisse, au nom de la Géologie, démontrer que cette dépression n'a pas pu être plus ou moins émergée, soit à la fin de la période tertiaire, soit à quelque moment de la période quaternaire.

» J'ajouterai même que certains phénomènes, dont nous pouvons constater très nettement la nature, sembleraient indiquer qu'une émersion a pu avoir lieu à la fin de la période miocène. A un certain moment de cette période, la Méditerranée, beaucoup plus étendue qu'elle ne l'est aujourd'hui, déposait d'épaisses assises d'un calcaire sableux (molasse), où se conservaient de nombreux débris des animaux qui l'habitaient. Sur tout son pourtour, la faune était bien la même; ces gros échinodermes, notamment les clypéastres, que l'on trouve toujours les mêmes à de si grandes distances, soit dans le midi de la France, à Saint-Paul-trois-Châteaux et à Nice, soit en Corse, en Italie, à Malte, en Égypte, en Hongrie, etc., nous indiquent qu'à cette époque bien déterminée de la série géologique la mer Méditerranée, tout en s'étendant beaucoup plus qu'à l'époque actuelle, avait déjà une forme analogue et des caractères zoologiques spéciaux.

» Au-dessus de ces assises à Échinides, les caractères de la faune se modifient successivement. On voit apparaître des bancs de grandes huîtres, qui s'étendent à des distances considérables; ce sont des formations littorales. Plus tard, de nombreux mollusques saumâtres indiquent que les mêmes contrées se trouvaient occupées par des lagunes, et ces derniers dépôts sont eux-mêmes recouverts, sur d'immenses surfaces, depuis le

bassin du Rhône, l'Italie, la Grèce, les plaines du Danube jusqu'à la Caspienne, par des couches lacustres à unios, paludines, etc.

» Ces changements dans la nature des eaux ne peuvent guère s'expliquer que par un exhaussement lent et progressif du bassin méditerranéen.

» Or on remarque, au-dessus de ces couches lacustres, des argiles, des graviers et des conglomérats, qui ne sont connus qu'à l'état de lambeaux isolés, mais qui se montrent, avec des mammifères identiques, et à Vienne, et en Grèce à Pikermi, et en Espagne à Concud, ainsi qu'au mont Léberon (Vaucluse); cela prouve que les lacs eux-mêmes avaient disparu et qu'un phénomène particulier, difficile à définir, avait produit ces nappes de conglomérats, où est enfoui un nombre si prodigieux d'ossements de grands mammifères.

» Ces animaux, parmi lesquels M. Gaudry a reconstitué des types zoologiques nouveaux, et dont les débris reposent sur les dépôts lacustres, ont vécu sur un sol émergé; ce qui nous amène naturellement à penser que les lacs même s'étaient transformés en immenses pâturages où ces mammifères ont pullulé. Leur association toute spéciale à cette dernière époque de la période miocène, et le grand nombre d'individus de chaque espèce, montrent que cette époque a eu une longue durée.

» Je considère donc comme extrêmement probable, sinon comme démontré, qu'une partie notable de la Méditerranée a dû être émergée à l'époque de l'*Hipparion*.

» La mer pliocène a recouvert les dépôts du miocène supérieur, mais seulement dans le voisinage de la Méditerranée actuelle, laissant à sec le bassin du Danube; ses dépôts, qu'il est si facile de suivre sur tout le pourtour, sont essentiellement marins.

» Or, en Italie comme en France, les sédiments marins sont recouverts par une nouvelle nappe de conglomérats à galets roulés, où abondent les mastodontes et l'*Elephas meridionalis*. C'est une faune terrestre, non moins remarquable que la précédente, et dont le développement, comme l'extinction, semble être dû à des phénomènes analogues à ceux de la fin de la période miocène.

» Ici encore, il n'est point illogique de supposer qu'une partie plus ou moins étendue de la Méditerranée ait pu être émergée à la fin de la période pliocène.

» Sur une grande partie du pourtour de la Méditerranée, la mer quaternaire a recouvert à peu près régulièrement de ses sédiments le terrain

pliocène. Je crois que, jusqu'à ce moment, le fond de cette mer ne présentait point les grandes inégalités qu'on lui connaît aujourd'hui. Ces inégalités sont le résultat de dislocations, que je considère comme postérieures au commencement de la période quaternaire.

» De ce qui précède, on peut conclure que l'histoire de la Méditerranée, dans les derniers temps des périodes géologiques, est un sujet d'études des plus intéressants, que l'on ne saurait trop recommander aux naturalistes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les différences successives des observations.* Mémoire de M. **Bréger**. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Hermite, Puiseux, Bouquet.)

« Soient

$$x_1,\ x_2,\ x_3,\ \ldots,\ x_n$$

les valeurs successives de n observations d'un même phénomène, et

$$\varepsilon_1,\ \varepsilon_2,\ \varepsilon_3,\ \ldots,\ \varepsilon_n$$

les erreurs respectives de chacune de ces observations.

» On appelle Γ^2 la moyenne des carrés de ces erreurs, et γ la moyenne de ces mêmes erreurs, considérées en valeurs absolues, de telle sorte que

$$\Gamma^2 = \frac{\Sigma(\varepsilon^2)}{n} \quad \text{et} \quad \gamma = \frac{\Sigma(\varepsilon)}{n}.$$

» Si de la première observation on retranche la deuxième, de la deuxième la troisième, et ainsi de suite jusqu'à la dernière, de laquelle on retranche aussi la première, on obtiendra la suite de différences

$$(x_1 - x_2),\quad (x_2 - x_3),\quad \ldots,\quad (x_n - x_i),$$

composée de n termes.

» On appelle Π^2 la moyenne des carrés des différences ainsi obtenues, et d la moyenne de ces différences considérées en valeur absolue, ce qui donne

$$\Pi^2 = \frac{\Sigma(x_i - x_i + 1)^2}{n} \quad \text{et} \quad d = \frac{(x_i - x_i + 1)}{n}.$$

» Les propositions que je démontre sont les suivantes :

» 1° Le rapport $\frac{D}{\Gamma}$ converge vers $\sqrt{2}$ à mesure que le nombre des observations augmente, et cela indépendamment de toute loi de probabilité.

» 2° Le rapport $\frac{d}{\gamma}$ converge aussi vers $\sqrt{2}$ lorsqu'on admet la loi de probabilité adoptée par Laplace et par Gauss,

$$f(\varepsilon) = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2\varepsilon^2},$$

dans laquelle la caractéristique h est donnée par l'une des deux relations

$$h = \frac{1}{\Gamma\sqrt{2}} \quad \text{ou} \quad h = \frac{1}{\gamma\sqrt{\pi}}.$$

» 3° Les deux nouvelles manières de calculer h, qui résultent de ces deux propositions, savoir :

$$h = \frac{1}{D} \quad \text{ou} \quad h = \frac{\sqrt{2}}{d\sqrt{\pi}}$$

sont plus exactes que les méthodes ordinaires; par suite, les quantités h, Γ, γ ou l'écart probable r, employées suivant les auteurs et les nationalités à caractériser la précision des mesures, des instruments, ou la justesse des armes à feu, doivent être déterminées à l'aide des différences successives des observations et non par la considération des écarts $(X - x_i)$, qui résultent de la comparaison de la moyenne des observations X avec leurs valeurs particulières.

» ... Il a paru utile d'appuyer les démonstrations qui précèdent par une vérification expérimentale. Dans ce but, on a extrait, des archives de la Commission d'expériences balistiques de la marine qui opère sur le champ de tir de Gâvre, quinze cents observations consignées dans ses registres des années 1873 et 1874; ces observations sont divisées en quatre-vingt-huit séries de 15, 20 et 30 coups.

» Pour ces quatre-vingt-huit séries, on a calculé l'écart moyen γ, la moyenne des carrés des écarts Γ^2, la différence moyenne d, la moyenne des carrés des différences D^2, enfin les rapports $\frac{D}{\Gamma}$, $\frac{d}{\gamma}$, en respectant l'ordre dans lequel les observations ont été effectuées.

» D'après ce que l'on a vu, ces deux rapports doivent converger vers la valeur de $\sqrt{2}$ ou 1,4142; on a obtenu, en réunissant les quatre-vingt-

huit séries,

$$\frac{D}{\Gamma} = 1,4182, \quad \frac{d}{\gamma} = 1,4070;$$

les différences de ces valeurs avec $\sqrt{2}$ sont 0,0040 et 0,0072.

» La première erreur est plus petite que la seconde : et, en effet, le rapport $\frac{D}{\Gamma}$ converge plus rapidement vers $\sqrt{2}$ que $\frac{d}{\gamma}$, comme le montre le tableau suivant, résultant de la division des quinze cents observations en groupes de 60, 120 et 240 coups.

Valeurs moyennes de la différence.				$\sqrt{2} - \frac{D}{\Gamma}$.	$\sqrt{2} - \frac{d}{\gamma}$.
D'après	25 groupes de	60	observations	0,049	0,064
»	12 »	120	»	0,021	0,034
»	6 »	240	»	0,019	0,023
»	1 »	1495	»	0,004	0,007

M. P. Laville adresse un nouveau complément à son précédent Mémoire, intitulé « La somme et la différence de deux carrés ne peuvent être des carrés ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Thibault adresse une Note, accompagnée de dessins, « Sur une nouvelle disposition des armes à feu ».

(Renvoi au Concours du prix de Mécanique, fondation Montyon.)

M. E. Malligand adresse une Lettre relative aux services qu'a déjà rendus son *ébullioscope*, pour le titrage de l'alcool dans les vins.

L'ébullioscope avait été favorablement apprécié par l'Académie, le 4 mai 1875. M. Malligand annonce que plus de trois mille de ces instruments servent aujourd'hui de base à la majorité des transactions, dans lesquelles la connaissance exacte de la richesse alcoolique est indispensable. Dès 1878, les Chambres syndicales de France, représentées au Congrès vinicole à Paris, avaient adopté l'ébullioscope perfectionné, pour titrer les vins soumis à leur appréciation.

L'auteur croit remplir un devoir de reconnaissance, en attribuant la rapide propagation de cette méthode de titrage à la haute sanction qui lui a été donnée par l'Académie.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. J. **Lichtenstein**, délégué de l'Académie, adresse un Rapport concernant diverses particularités du développement des pucerons, et spécialement du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. C. **Bourbon**, M. **Jousseaume** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux opuscules de M. *Delesse*, portant pour titres « Recherches sur les eaux de la Savoie », et « Influence du sol sur la composition des cendres des végétaux » ;

2° La seconde année du « Cours de Botanique fossile, fait au Muséum d'Histoire naturelle, par M. *B. Renault* » ;

3° Une brochure de M. *G. Vasseur*, intitulée « Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale : Paléontologie ».

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la comète g 1881 (Swift).* Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Mouchez.

« Ces éléments sont déduits des observations de Cambridge (États-Unis), novembre 17; Vienne, décembre 12; Paris, novembre 27 et décembre 21.

Passage au périhélie : 1881 *novembre* 19,5624, *temps moyen de Paris.*

$$\left.\begin{aligned} \varpi &= 299^\circ.\ 3'.31'' \\ \Omega &= 181.17.30 \\ i &= 144.49.56 \end{aligned}\right\} \text{Équin. moy., 1882,0.}$$

$$\log q = 0,284.690$$

Représentation des observations moyennes.

En longitude	$(O-C)\cos\beta = +3''$	$+12''$
En latitude	$O-C = -1''$	$-4''$

Coordonnées héliocentriques.

$$x = (\bar{1},999\,964)\,r\sin(26°.42'.39'',8 + v),$$
$$y = (\bar{1},716\,748)\,r\sin(115.29.30,7 + v),$$
$$z = (\bar{1},931\,316)\,r\sin(117.\ 9.53,3 + v).$$

Éphéméride pour 12h, *temps moyen de Berlin.*

Dates. 1882.	Ascension droite. h m s	Déclinaison. ° ′ ″	log r.	log Δ.	Éclat.
1882 janvier 6....	23.37. 0,3	+20.37.39	0,30426	0,29710	0,33
8....	23.37.34,2	+19.39.14	0,30584	0,30817	
10....	23.38.12,3	+18.44.33	0,30746	0,31896	
12....	23.38.54,3	+17.53.20	0,30914	0,32947	0,28
14....	23.39.39,7	+17. 5.20	0,31086	0,33970	
16....	23.48.28,3	+16.20.19	0.31263	0,34964	
18....	23.41.19,7	+15.38. 5	0,31444	0,35928	0,24
20....	23.42.13,7	+14.58.25	0,31630	0,36865	
22....	23.43. 9,9	+14.21. 8	0,31820	0,37772	
24....	23.44. 8,3	+13.46. 4	0,32014	0,38651	0,21
26....	23.45. 8,5	+13.13. 5	0,32211	0,39501	
28....	23.46.10,3	+12.41.59	0,33413	0,40324	
30....	23.47.13,7	+12.12.40	0,32618	0,41119	0,18
Février 1....	23.48.18,4	+11.45. 1	0,32826	0,41888	
3....	23.49.24,3	+11.18.53	0,33038	0,42630	0,16

» L'éclat du 17 novembre est pris pour unité; celui du 21 décembre est 0,55. Voici l'observation de Paris, du 21 décembre :

1881 décembre 21, à 7h40m8s, t. m. de Paris,
αapp. $= 23°36'22'',05\,(\bar{1},377)$, δapp. $= +\,31°25'36'',9\,(0,487)$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les différentielles successives des fonctions de plusieurs variables indépendantes.* Note de M. G. **Darboux**.

« Dans son *Cours d'Analyse*, p. 64, M. Hermite fait remarquer que, si l'on développe le radical

$$\sqrt{1 - 2\alpha x - 2\alpha' y + \beta x^2 + \beta' xy + \beta'' y^2}$$

suivant les puissances de x et de y, le groupe homogène des termes du second degré, dans ce développement, entre comme facteur dans tous les groupes homogènes suivants. Cette propriété peut encore être énoncée de

la manière suivante. Si l'on considère la fonction

$$f(x, y) = \sqrt{\varphi(x, y)},$$

où $\varphi(x, y)$ désigne un polynôme du second degré, et que l'on développe $f(x + h\,dx,\ y + h\,dy)$ par la formule

$$f(x + h\,dx,\ y + h\,dy) = f(x, y) + h\,df + \frac{h^2}{2} d^2 f + \ldots,$$

les différentielles successives $d^3 f$, $d^4 f$, ... seront toutes divisibles par $d^2 f$.

» Cette proposition si curieuse paraît, au premier abord, extrêmement limitative. Mais il est aisé de démontrer que, si la différentielle d'ordre $n+1$ d'une fonction de μ variables est exactement divisible par la différentielle d'ordre n, la même propriété appartiendra aussi à toutes les différentielles d'un ordre supérieur à $n+1$.

» Je me suis proposé de rechercher toutes les fonctions de μ variables $x_1, \ldots, x_\mu$, pour lesquelles une différentielle de rang déterminé est exactement divisible par la différentielle précédente, c'est-à-dire pour lesquelles on a

$$d^{n+1} f = (A_1\,dx_1 + \ldots + A_\mu\,dx_\mu)\,d^n f,$$

quelles que soient les différentielles $dx_1, \ldots, dx_\mu$.

» L'équation précédente tient lieu d'autant d'équations qu'il y a de dérivées différentes d'ordre $n+1$ de la fonction f. Si, entre ces équations, on éliminait les arbitraires $A_1, \ldots, A_\mu$, on serait conduit à un nombre plus ou moins grand d'équations aux dérivées partielles, auxquelles devrait satisfaire la fonction f, et qu'il s'agirait d'intégrer. Au lieu d'effectuer cette élimination, j'ai préféré conserver les quantités A, et j'ai pris pour point de départ un système d'équations qui contient les dérivées $n^{\text{ièmes}}$ de f seulement, mais aussi les fonctions A_i et leurs dérivées premières. C'est celui que l'on obtiendra en écrivant que les dérivées d'ordre $n+1$ de f satisfont aux conditions d'intégrabilité. Toutes les équations de ce second système peuvent être écrites d'une manière condensée, comme il suit.

» Désignons, pour abréger, par $d^{n-p}\delta^p f$ la différentielle $n^{\text{ième}}$ dont l'expression symbolique est

$$d^{n-p}\delta^p f = \left(dx_1 \frac{\partial}{\partial x_1} + \ldots + dx_\mu \frac{\partial}{\partial x_\mu}\right)^{n-p} \left(\delta x_1 \frac{\partial}{\partial x_1} + \ldots + \delta x_\mu \frac{\partial}{\partial x}\right)^{p} f,$$

et posons

$$U_d = A_1\,dx_1 + \ldots + A_\mu\,dx_\mu,$$
$$\delta u_d = \delta A_1\,dx_1 + \ldots + \delta A_\mu\,dx_\mu.$$

» L'équation

$$(n-p)\,\delta^{n-p-1}\,d^{p+1}f\left(\frac{u_\delta^2}{n+1} - \delta u_\delta\right) + (p+1)\,\delta^{n-p}\,d^p f\left(\frac{u_d u_\delta}{n+1} - \delta u_d\right)$$
$$-(n-p+1)\,\delta^{n-p}\,d^p f\left(\frac{u_d u_\delta}{n+1} - du_\delta\right) + p\,d^{p-1}\,\delta^{n-p+1} f\left(du_d - \frac{u_d^2}{n+1}\right) = 0$$

devra être satisfaite pour toutes les valeurs de p comprises entre o et n, et pour tous les systèmes de valeurs attribuées aux différentielles dx_i, δx_i.

» La discussion de l'équation précédente m'a conduit aux solutions suivantes de l'équation proposée :

(I) $$f = \frac{F(x_1, x_2, \ldots, x_\mu)}{P},$$

où F désigne un polynôme d'ordre n, et P une fonction linéaire quelconque

(II) $$f = \omega^{\frac{n-1}{2}},$$

ω désignant un polynôme quelconque du second degré, et n étant nécessairement pair. On néglige d'ajouter à f un polynôme d'ordre $n-1$, dont la différentielle $n^{\text{ième}}$ serait nulle.

(III) $$f = \int_0^u \psi(u)\,[x_1\varphi_1(u) + \ldots + x_\mu\varphi_\mu(u) + \varphi(u)]^{n-1}\,du.$$

» Après l'intégration qu'on effectuera en traitant $x_1, \ldots, x_\mu$ comme des constantes, on remplacera u par sa valeur tirée de l'équation

$$x_1\varphi_1(u) + \ldots + \varphi(u) = 0.$$

» Il resterait à discuter ces différentes solutions, et à montrer comment la remarque de M. Hermite peut être étendue à toutes les fonctions algébriques.

» Ce sera, si l'Académie veut bien le permettre, l'objet d'une nouvelle Communication. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques exemples de réduction d'intégrales abéliennes aux intégrales elliptiques.* Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« Une courbe du second genre étant donnée, on sait qu'une intégrale abélienne de première espèce relative à cette courbe a généralement quatre périodes, et on ne peut pas, en général, parmi ces intégrales, en trouver une qui possède moins de trois périodes. Dans certains cas particuliers, il peut cependant arriver que certaines intégrales n'aient que deux périodes, et le premier exemple d'une telle réduction a été donné par Jacobi : si l'on pose

$$R(z) = z(1-z)(1-abz)(1+az)(1+bz),$$

les deux intégrales $\int_{z_0}^{z} \frac{dz}{\sqrt{R(z)}}$ et $\int_{z_0}^{z} \frac{z\,dz}{\sqrt{R(z)}}$ ont seulement deux périodes. M. Hermite a depuis signalé un nouvel exemple de réduction : les deux intégrales précédentes n'auront de même que deux périodes, si l'on pose

$$R(z) = (z^2 - a)(8z^3 - 6az - b).$$

» Dans deux Communications antérieures (février 1881), j'ai cherché à traiter d'une manière générale le problème de la réduction, et montré notamment que, s'il existe une première intégrale, relative à une courbe du second genre, n'ayant que deux périodes, il y en aura nécessairement une seconde. Mon attention s'est trouvée récemment portée sur un exemple où la réduction à deux périodes n'a plus lieu seulement, comme dans les exemples précédents, pour deux intégrales particulières, mais pour une infinité.

» Envisageons en effet la courbe du second genre

$$(1) \qquad y^3 = x(x-1)(x-a)^2,$$

et considérons les deux intégrales de première espèce

$$\omega = \int_{x_0}^{x} \frac{(x-a)\,dx}{y^2}, \quad \upsilon = \int_{x_0}^{x} \frac{dx}{y}.$$

» En posant

$$\Omega = (1-\lambda)\int_0^a \frac{(x-a)\,dx}{y^2}, \quad \Omega' = (1-\lambda)\int_1^a \frac{(y-a)\,dx}{y^2},$$

$$U = (1-\lambda^2)\int_0^a \frac{dx}{y}, \qquad U' = (1-\lambda^2)\int_1^a \frac{dx}{y},$$

où

$$\lambda = \cos\frac{2\pi}{3} + i\sin\frac{2\pi}{3},$$

on a pour tableau des périodes correspondantes de ces intégrales

$$\begin{array}{cccc} \Omega, & \Omega', & \lambda\Omega, & \lambda\Omega', \\ U, & U', & \lambda^2 U, & \lambda^2 U', \end{array}$$

et on reconnaît d'ailleurs que $U = -\lambda^2\Omega$, $U' = \Omega'$.

» Ceci posé, l'intégrale $A\omega + B\upsilon$ a pour périodes

$$(A - B\lambda^2)\Omega, \quad (A+B)\Omega', \quad (A-B)\lambda\Omega, \quad (A\lambda + B\lambda^2)\Omega'.$$

» Si donc il est possible de choisir A et B de manière que

$$m(A - B\lambda^2) = (A-B)\lambda,$$
$$m'(A + B) = A\lambda + B\lambda^2,$$

m et m' étant des quantités commensurables, l'expression $A\omega + B\upsilon$ n'aura que deux périodes. Or l'élimination de A et B entre les équations précédentes conduit à l'unique relation

$$mm' - m + 2m' + 1 = 0.$$

» L'une des quantités, m par exemple, peut être prise arbitrairement, et l'on en conclut que l'intégrale de première espèce, relative à la courbe (1),

$$\int_{x_0}^{x} \frac{(1-m\lambda)(x-a) + (1-m\lambda^2)y}{y^2}\,dx,$$

n'a que deux périodes, m étant une quantité réelle commensurable quelconque.

» Une circonstance analogue va se présenter pour la courbe du troisième genre

$$y^2 = x^8 + ax^4 + b,$$

dont je considère les trois intégrales de première espèce

$$\int_{x_0}^{x} \frac{dx}{y}, \quad \int_{x_0}^{x} \frac{x\,dx}{y}, \quad \int_{x_0}^{x} \frac{x^2\,dx}{y};$$

la seconde se ramène de suite à une intégrale elliptique et n'a par suite que deux périodes; les deux autres, que je désignerai par ω et υ, ont quatre périodes, et le tableau de ces périodes peut prendre la forme

$$\begin{array}{cccc} \Omega_1, & \Omega_2, & i\Omega_1, & i\Omega_2, \\ U_1, & U_2, & -iU_1, & -iU_2 \end{array}$$

avec les relations

$$U_1 = b^{\frac{1}{4}}\Omega_1, \quad U_2 = ib^{\frac{1}{4}}\Omega_2.$$

» L'intégrale $A\omega + B\upsilon$ aura donc les périodes

$$\Omega_1\left(A + Bb^{\frac{1}{4}}\right), \quad \Omega_2\left(A + Bib^{\frac{1}{4}}\right), \quad i\Omega_1\left(A - Bb^{\frac{1}{4}}\right), \quad \Omega_2\left(Ai + Bb^{\frac{1}{4}}\right);$$

si donc il est possible de choisir A et B de manière que

$$m\left(A + Bb^{\frac{1}{4}}\right) = \left(A - Bb^{\frac{1}{4}}\right),$$
$$m'\left(A + Bib^{\frac{1}{4}}\right) = Ai + Bb^{\frac{1}{4}},$$

m et m' étant commensurables, $A\omega + B\upsilon$ n'aura que deux périodes; or l'élimination de A et B entre ces relations conduit à l'unique équation

$$mm' - m' + m + 1 = 0;$$

m peut donc être pris arbitrairement, et par suite on peut poser

$$A = B^{\frac{1}{4}}(m + i), \quad B = -(m - i).$$

» En résumé, l'intégrale

$$\int_{x_0}^{x} \frac{b^{\frac{1}{4}}(m+i) - (m-i)x^2}{\sqrt{x^8 + ax^4 + b}}\,dx$$

n'a que deux périodes, si m est une quantité réelle commensurable. »

NAVIGATION. — *Note sur une tactique navale, calculée par MM. les lieutenants de vaisseau* Des Portes *et* Aubert, *sous la direction du capitaine de vaisseau* Trève. Note de M. **Trève**, présentée par M. l'amiral Jurien de la Gravière.

« La tactique actuellement en essai dans nos escadres comprend quatre-vingt-douze évolutions, dont on a calculé tous les éléments, pour en favoriser l'exécution, au double point de vue de la sécurité et de la rapidité.

» Un seul exemple peut-être suffira pour démontrer l'utilité de ce travail.

» L'escadre, composée de neuf navires, est en ligne de file; l'amiral ordonne la ligne de front :

» Chaque navire trouve désormais indiquées la route qu'il doit suivre et la vitesse qu'il faut prendre pour gagner son nouveau poste *dans le minimum de temps*. Ce sont là des données absolues, pour tout navire qui est à son poste, au moment du signal d'exécution; et l'on sait que nulle évolution ne doit commencer avant la rectification préalable de la ligne. Quelles que soient les circonstances de temps, de mer, de courants et de types de navires, le navire n° 5 de la ligne, par exemple, qui doit venir de 14° sur bâbord et prendre la vitesse de $6^{n},9$, doit gouverner de façon à tracer réellement sur la mer l'angle de 14°, le seul qui puisse le faire tomber à son poste sur la ligne de front, à la distance voulue de l'amiral et *dans le temps minimum*, si toutefois, d'autre part, il a pris aussi rapidement que possible la nouvelle vitesse indiquée de $6^{n},9$.

» Ces indications, qui permettent de raisonner chaque manœuvre, ne peuvent donc que développer le coup d'œil de nos officiers et favoriser l'étude de leur navire.

» En effet, au signal d'exécution, il appartient à l'officier de quart du navire n° 5 d'ordonner à la machine le nombre de tours nécessaires pour passer le plus rapidement de la vitesse normale à celle de $6^{n},9$. Or ce nombre de tours ne saurait être constant; il est nécessairement fonction de la force et de la direction du vent, de l'état de la mer et des courants.

» Il en sera de même pour la direction à suivre : le n° 5 doit faire 14 degrés sur bâbord ; mais il appartient à l'officier d'amplifier ou de restreindre cette abattée de la quantité exigée par les mêmes circonstances atmosphériques.

» Ce sont là, croyons-nous, des exercices de « Champ de Mars » appelés à préparer l'œil et l'esprit à d'autres manœuvres d'ensemble exécutées avec des vitesses soudainement variées... et finalement à ces grandes mêlées de flottes, auxquelles le vent ni la mer ne pourraient plus s'opposer. Pour répondre très partiellement, du moins, à cette dernière pensée, nous avons calculé deux nouvelles évolutions sous le titre : « Croisements obliques et » rectangulaires », qui simuleraient certaines phases très prévues d'une bataille.

» Voici, du reste, ce que nous écrivait à ce sujet, et à la date du 22 janvier, le jeune et si regretté contre-amiral Foullioy, commandant en sous-ordre l'escadre d'évolution :

« A bord du *Trident*, rade de Toulon.

» Mon cher Commandant,

» Je suis heureux de pouvoir vous confirmer pleinement l'opinion que je m'étais faite de votre très utile travail sur les évolutions; l'escadre a compté un moment 12 bâtiments dont 3 forment la division du Nord, de grandes dimensions. Votre travail a été utilisé par plusieurs des capitaines avec grand profit pour la régularité et la précision des mouvements, en même temps que pour la sûreté des évolutions. Pendant la campagne qui va s'ouvrir, je ferai usage de votre travail, que je vous remercie de m'avoir communiqué, et que je m'attacherai à répandre dans l'intérêt général du service.

» Signé : Contre-amiral L. FOULLIOY. »

» L'Académie nous permettra d'ajouter que, en présence du bienveillant accueil de notre nouveau Ministre, M. Gougeard, et de notre ancien chef, l'amiral Jauréguiberry, nous espérons que cette *tactique calculée* pourra faire suite aux remarquables et si utiles *Méthodes de navigation et d'expériences*, dont M. le vice-amiral Bourgois avait déjà doté notre arme. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les travaux de la Commission sismologique suisse et sur les tremblements de terre récemment ressentis en Savoie.* Note de M. **J.-L. SORET**.

« La Société helvétique des Sciences naturelles a nommé, il y a deux ans, une Commission (¹) pour l'étude des tremblements de terre, phénomène fréquent, comme on le sait, dans le voisinage des Alpes. Cette Com-

(¹) Composée de MM. *A. Forster*, professeur à Berne, président; *Alb. Heim*, professeur à Zurich, secrétaire; *Amsler*, professeur à Schaffhouse; *F.-A. Forel*, professeur à Morges; *Hagenbach*, professeur à Bâle; *R. Billwiller*, à Zurich; *A. de Torrenté*, à Sion; *Ch. Brügger*, professeur à Coire; *Louis Soret* et *Charles Soret*, professeurs à Genève.

mission, dont j'ai l'honneur de faire partie, m'a confié le soin d'adresser à l'Académie les publications principales qu'elle a faites depuis son entrée en fonctions, à savoir : 1° Notice de M. Heim sur les tremblements de terre et leur étude scientifique, traduction française par M. Forel; 2° Notice de M. Forster sur les observations sismométriques en Suisse (en allemand); 3° Questionnaire; 4° Rapport de M. Forel sur le tremblement de terre du 30 décembre 1879; 5° Rapport de M. Heim sur les tremblements de terre de novembre 1879 à décembre 1880 (en allemand); 6° Notice de M. Forel sur la même période; 7° Note de M. Forster sur les tremblements de terre de novembre 1881.

» Bien que la Suisse forme le champ principal de nos recherches, nous les avons cependant étendues à des pays voisins. Un résumé des documents qui nous sont parvenus sur les tremblements de terre dans les départements français voisins de Genève, particulièrement dans la Savoie et la Haute-Savoie, présentera peut-être un intérêt plus spécial pour l'Académie, et complétera à ce point de vue les publications de la Commission. Ces documents consistent principalement en *questionnaires* (dont le modèle figure parmi les pièces imprimées) envoyés à divers correspondants, qui ont mis, en général, beaucoup de complaisance à les remplir. Nous serions très heureux si la publicité des *Comptes rendus* nous attirait des communications plus nombreuses encore : ce n'est, en effet, que par la multiplicité des observations que l'on peut arriver à des résultats d'une réelle valeur.

» Parmi les nombreux tremblements de terre qui ont été ressentis dans diverses parties du territoire suisse, depuis le mois de novembre 1879 (¹), il y en a quelques-uns qui me paraissent mériter d'être mentionnés ici (²).

» Je citerai, en premier lieu, les violentes secousses du 30 décembre 1879, qui paraissent avoir eu leur point d'origine vers le col de Golèze, lequel sépare la vallée de Sixt de celle de la Drance. A Sixt, Samoens, Montriond, Saint-Jean-d'Aulph, l'ébranlement a été assez fort pour détacher des rochers de la montagne, renverser des cheminées, lézarder des bâtiments. La

---

(¹) On a compté en Suisse : du 28 novembre 1879 au 31 décembre 1880, 20 tremblements de terre, comprenant 69 secousses séparées; du 1er janvier 1881 au 31 octobre, 18 tremblements de terre; dans le mois de novembre 1881, il s'est produit 29 secousses séparées.

(²) Je passe sous silence d'autres ébranlements qui ont été faiblement ressentis en Savoie; je ferai remarquer cependant que celui du 4 décembre 1879 a eu une certaine intensité; mais, à ce moment, les travaux de la Commission n'étaient pas encore bien organisés, et les documents manquent.

plus forte de ces secousses, qui a eu lieu vers midi et demi, s'est propagée jusqu'à Chambéry, Lyon, Salins, Lucerne, embrassant une aire de forme ovale, de 300^{km} de long sur 150^{km} de large. M. Forel a rédigé une Notice étendue sur ce tremblement de terre (voir aux pièces imprimées); je n'entre donc pas dans plus de détails; je me borne seulement à deux remarques : 1° Il est très curieux que ces secousses aient été très faiblement ressenties sur la rive sud du lac de Genève, à Thonon, Évian, tandis qu'elles ébranlaient beaucoup plus fortement la rive nord et Genève, localités bien plus éloignées du point d'origine. Cette stabilité plus grande de la rive sud du lac s'est manifestée dans plusieurs autres cas. 2° En ce qui concerne la vitesse de propagation de l'onde sismique, nous avons des observations assez précises de l'heure de la principale secousse à Genève et à Mélan (1). Or, cette dernière localité se trouve sensiblement sur la ligne droite allant de Genève au centre d'ébranlement probable. La vitesse de propagation qui résulte de ces observations est de 400^{m} par seconde; mais cette détermination comporte une assez grande incertitude.

» Deux tremblements de terre importants, présentant l'un avec l'autre une grande analogie, ont été ceux du 4 juillet 1880 et du 3 mars 1881. Tous deux paraissent avoir eu pour centre les Alpes Pennines, dans le voisinage du mont Rose; l'ébranlement s'est étendu à une grande partie de la Suisse, ainsi que dans le nord de l'Italie, d'après les notes que le R. P. Denza a bien voulu nous communiquer. La secousse principale du 4 juillet 1880 a été ressentie à Genève le matin, à $9^{h}19^{m}24^{s} \pm 10^{s}$ (heure de Berne); or, toutes les autres observations de temps sur lesquelles nous pouvons à peu près compter donnent une heure très voisine : la secousse semble avoir été partout sensiblement simultanée. Il en a été de même le 3 mars 1881 : la plus forte secousse, qui s'est produite à Genève, le matin, à $3^{h}34^{m}24^{s} \pm 15^{s}$ (heure de Berne), paraît avoir été ressentie partout au même instant. Une autre analogie entre ces deux tremblements de terre, c'est qu'ils ont épargné une grande partie de la Haute-Savoie. Bien marquée sur la rive nord du lac, y compris Genève, la secousse du 4 juillet n'a pas été aperçue sur la rive sud, si ce n'est à Évian où elle a été extrêmement légère. A Saint-Jean-d'Aulph, Samoens, elle a été signalée comme faible; à Chamonix, on a observé un bruit, mais pas d'ébranlement; à Sixt,

(1) Genève : midi $23^{m}25^{s} \pm 10^{s}$, heure de Genève; soit midi $28^{m}34^{s} \pm 10^{s}$, heure de Berne. — Mélan (observation de M. Montagnoux) : midi $23^{m}45^{s} \pm 15^{s}$, heure de Mélan; soit midi $27^{m}3^{s} \pm 15^{s}$, heure de Berne. — Distance de Mélan à Genève : 37^{km}.

Bonneville, Mélan, etc., rien. Sur la rive gauche de l'Arve, à Ragnier, Annecy, la secousse a été ressentie. Il en a été à peu près de même le 3 mars 1881. Genève et Annecy ont donc été plus fortement atteints que les régions qui, en ligne droite, les séparent du centre d'ébranlement.

» Le tremblement de terre du 8 juin 1881, à minuit 38^m environ, se rapproche à quelques égards de ceux que je viens de citer; il paraît avoir eu son origine en Valais; il a été ressenti plus ou moins fortement dans la Savoie, particulièrement dans la vallée de l'Arve. Il a été très faible à Thonon, et n'a pas été signalé à Évian.

» On pourrait citer encore d'autres tremblements de terre ayant épargné certaines partie de la Savoie orientale, par exemple celui du 27 janvier 1881, qui, très violent à Berne, s'est propagé avec énergie dans les cantons de Vaud et de Genève, tandis qu'il restait à peu près inaperçu au sud du lac de Genève (1).

» Si les faits qui viennent d'être signalés établissent que ces localités sont, au point de vue sismique, sous un autre régime que les régions avoisinantes, il ne faut pas, cependant, en conclure d'une manière absolue à une plus grande stabilité. Ainsi, le grand tremblement de terre du 22 juillet 1881 les a fortement atteintes. Cet ébranlement s'est étendu en France aux départements suivants : Drôme, Isère, Savoie, Haute-Savoie, Rhône, Saône-et-Loire, Ain, Jura et Doubs (2); en Suisse, aux cantons de Genève, Vaud, Fribourg, Neuchâtel, Soleure, Bâle, Argovie, Berne et Valais; en Italie, à tout le Piémont et jusqu'à Savone. Les points qui paraissent avoir subi les secousses les plus accentuées se répartissent sur une bande courbe, comprenant les vallées de la Maurienne et de la Tarentaise, Chambéry, Lyon, Bourg, Chalon. A Genève et dans presque toute la Haute-Savoie, y compris Thonon et Évian, l'ébranlement a été énergiquement ressenti (déplacements de meubles). La secousse principale n'a point été simultanée, comme le montrent les trois observations suivantes, les seules à peu près exactes que nous ayons eues dans la région qui nous occupe :

Allevard (M. Pinat)	$2^h.44^m.40^s \pm 30^s$	du matin (heure de Berne).
Genève	$2.47.34 \pm 20$	» »
Mélan (M. Montagnoux).......	$2.49.08 \pm 30$	» »

(1) Voyez la Note de M. Colladon, *Comptes rendus* du 14 février 1881.

(2) Ce tremblement de terre a probablement été ressenti dans d'autres départements encore; nous serions heureux de recevoir des renseignements à cet égard.

Mais un nombre aussi restreint d'observations n'est pas suffisant pour fixer le lieu d'origine et le mode de propagation d'une secousse; il serait fort à désirer qu'il y eût, pour les observateurs, dans les départements français, un moyen de vérification de l'heure, par exemple que les horloges des bureaux télégraphiques fussent exactement réglées.

» Le 5 août 1881, à minuit 40^m environ, une nouvelle secousse s'est étendue à la plus grande partie de la Savoie, mais avec une intensité trop faible pour qu'il soit possible de circonscrire l'aire d'ébranlement d'une manière précise.

» En terminant, je signalerai la remarquable période d'agitation sismique du mois de novembre 1881, pendant lequel on a compté, en Suisse, 29 secousses séparées, se répartissant sur 17 jours (voir aux pièces imprimées la Note de M. Forster). Plusieurs d'entre elles ont aussi été ressenties en Allemagne, en Belgique, en Hollande, en Italie et en France. Celle du 25 novembre, à $6^h 30^m$ du soir, a été très forte à Chamonix. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la fonction qui exprime l'état gazeux et sur la fonction* λ, *telle que* $\frac{dQ}{\lambda}$ *est une différentielle exacte.* Note de M. **Gouilly**, présentée par M. Tresca.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 7 novembre 1881, j'ai proposé, pour exprimer l'état gazeux, la formule $(p + m')(v + m'') + mT = 0$. Elle résume les lois de la compressibilité et de la dilatation des gaz avec une précision qui mérite d'être signalée. Il était important d'établir les équations générales de la Thermodynamique sans le secours de la loi de Mariotte, ni de celle de Gay-Lussac, qui ne sont exactes pour aucun des gaz connus. Il en résulterait que l'équation de l'état gazeux et les équations générales de la Thermodynamique seraient fondées sur la même base.

» Je prends pour point de départ la loi suivante : les chaleurs spécifiques à pression constante et à volume constant sont indépendantes de la température et de la pression. Cette loi a été vérifiée par les expériences de M. Regnault, faites pour des limites assez grandes de température et de pression. Les vérifications numériques qui suivront pourraient d'ailleurs servir de démonstration *a posteriori*.

» Supposons que la température soit donnée par l'équation

$$(1) \qquad \frac{v - v_0}{v_0(T - T_0)} = \frac{v_{100} - v_0}{v_0 . 100} = \alpha,$$

dans laquelle v_0, v_{100}, v sont respectivement les valeurs du volume du corps thermométrique pour les températures T_0, $T_0 + 100^\circ$, T, la température de fusion de la glace étant T_0 et celle de l'ébullition normale étant $T_0 + 100$. Il convient d'ajouter que, pour un thermomètre à gaz, il faut préciser la pression constante dans laquelle s'opère le changement de volume, de telle sorte que α est une fonction de cette pression.

Soit dQ la quantité de chaleur nécessaire pour faire passer un corps de l'état T, p, v à l'état $T + dT$, $p + dp$, $v + dv$; on a

$$dQ = dU + A p dv,$$

en représentant la chaleur interne par U. Prenons p et T pour variables indépendantes, et écrivons que $\frac{dQ}{\lambda}$ est une différentielle exacte; on a

$$\frac{d}{dp}\left[\frac{1}{\lambda}\left(\frac{dU}{dT} + Ap\frac{dv}{dT}\right)\right] = \frac{d}{dT}\left[\frac{1}{\lambda}\left(\frac{dU}{dp} + Ap\frac{dv}{dp}\right)\right].$$

Différentions, en tenant compte de ce que U et v sont des fonctions de p et de T, il vient

$$(2) \qquad A\frac{dv}{dT} = -\frac{1}{\lambda}\left(\frac{dU}{dp} + Ap\frac{dv}{dp}\right)\frac{d\lambda}{dT}.$$

Soient C la chaleur spécifique à pression constante et c la chaleur spécifique à volume constant :

$$(3) \qquad C = \frac{dU}{dT} + Ap\frac{dv}{dT},$$

$$(4) \qquad C - c = \left(\frac{dU}{dp} + Ap\frac{dv}{dp}\right)\frac{\frac{dv}{dT}}{\frac{dv}{dp}}.$$

» Exprimons C indépendamment de la chaleur interne, en éliminant U entre les équations (2) et (3),

$$(5) \qquad \frac{dC}{dp} = A\frac{dv}{dT} - A\frac{d}{dT}\left(\lambda\frac{\frac{dv}{dT}}{\frac{d\lambda}{dT}}\right);$$

afin de déterminer λ, qui est le même pour tous les corps, d'après le théorème de Carnot, supposons que le corps qui se transforme est un gaz : $\frac{dC}{dp} = 0$, et l'équation précédente donne

$$\lambda\frac{dv}{dT}\left(\frac{\frac{dv}{dT}}{\frac{d\lambda}{dT}}\right) = 0.$$

» Mais, λ n'étant pas nul, il faut que l'on ait

$$\frac{\frac{dv}{dT}}{\frac{d\lambda}{dT}} = k,$$

k étant une fonction arbitraire de p. Or, d'après l'équation (1), on a $\frac{dv}{dT} = \alpha v_0$; par conséquent, $\frac{d\lambda}{dT} = \frac{1}{k}\alpha v_0$. Le second membre doit se réduire à une constante, car, d'après le théorème de Carnot, λ ne dépend que de la température; soient k' cette constante et k'' une autre constante; on a

$$\lambda = k'T + k''.$$

λ est donc une fonction du premier degré de la température. Or la graduation thermométrique est arbitraire, et si $\frac{dQ}{k'T + k''}$ est une différentielle exacte, il en est de même de $\frac{dQ}{T}$; on peut donc écrire $\lambda = T$.

» Si maintenant on élimine U entre les équations (2) et (4), après avoir remplacé λ par T, on a

$$C - c = -AT\frac{\left(\frac{dv}{dT}\right)^2}{\frac{dv}{dp}},$$

qui, avec l'équation (5), a servi à établir la formule

$$(6) \qquad (p + m')(v + m'') + mT = 0.$$

» L'acide carbonique étant le gaz dont les anomalies apparentes ont été le mieux étudiées fournit les vérifications les plus intéressantes; les voici :

Données expérimentales de M. Regnault sur l'acide carbonique.

Compressibilité. Nombres déduits d'une formule empirique applicable entre 2° et 10°.		Dilatation. α coefficient de dilatation à pression constante.		Coefficient de dilatation à volume constant.
Volume.	Pression.			
A 1.........	1^{atm}	D pour $0^m,76$..	0,00371	F 0,003688
B $\frac{1}{2}$.........	1,983	E pour $2^m,520$.	0,003845	
C $\frac{1}{5}$.........	4,829	16^{atm}....	0,00486	
$\frac{1}{10}$.........	9,226			
$\frac{1}{20}$.........	16,705			

» Si p est la pression exprimée en kilogrammes et v le volume de 1^{kg} d'acide carbonique, exprimé en mètres cubes, on a, en se servant des nombres A, B, C, D,

$$pv + 0,00535p + 96,817v - 19,570T + m'm'' = 0, \tag{7}$$

et, en se servant des nombres A, D, E, F, on a

$$pv + 0,00774p + 96,07v - 19,566T + m'm'' = 0. \tag{8}$$

» Quatre expériences sont nécessaires pour déterminer les coefficients de l'équation (6), parce que l'équation (1) laisse arbitraire la valeur de T_0, qu'il faut déterminer de manière à satisfaire aux équations de la Thermodynamique. L'équation (7) admet $T_0 = 272°,33$, qu'il faut nécessairement adopter dans les calculs de vérification; l'équation (8) admet $T_0 = 273°,6$.

» Le tableau suivant indique les vérifications auxquelles ces formules ont été soumises :

Formule n° 7.				Formule n° 8.		
Compressibilité.				Compressibilité.		
Volume.	Pression.	Dilatation.	Valeurs de α.	Volume.	Pression.	Valeur de α.
		A $2^m,520$...	0,00380	$\frac{1}{5}$.....	4,83	
$\frac{1}{20}$....	16,885	A 16^{atm}.....	0,00439	$\frac{1}{10}$....	9,05	16^{atm}... 0,04806
				$\frac{1}{20}$....	15,98	

» Il est inutile d'insister sur l'importance de ces vérifications; disons seulement que les propriétés des gaz, aussi bien celles de l'hydrogène que celles de l'acide carbonique, sont tellement liées par l'équation (6), qu'il est possible de compter sur l'approximation numérique des quantités calorifiques, de rapprocher des nombres isolés, obtenus péniblement par l'expérience, et de calculer des intermédiaires dans des limites probablement assez grandes de température et de pression. »

ÉLECTRICITÉ. — *Contractions et dilatations produites par des tensions électriques dans les cristaux hémièdres à faces inclinées.* Note de MM. **Jacques** et **Pierre Curie**, présentée par M. Friedel.

« Supposons qu'un corps solide, un prisme de verre, par exemple, ayant $0^m,01$ de surface, éprouve une variation égale au millionième de sa longueur. Cette quantité sera très difficilement constatable par un procédé direct.

» Mais, si l'on s'oppose d'une manière absolue à cette variation de longueur, le solide éprouvera une variation de pression de près de 1^{kgr}. Un système sensible, permettant de constater ou de mesurer cette pression, donnerait donc la possibilité de conclure d'une façon indirecte à la variation de longueur qui aurait pu se produire. On voit que cette méthode est basée sur la faiblesse du coefficient de compressibilité des corps solides.

» Nous avons réalisé un appareil remplissant ces conditions, en nous servant de la propriété que possède le quartz de dégager, lorsqu'on exerce sur lui un effort dans certaines directions, des quantités d'électricité proportionnelles aux pressions qu'on lui fait subir.

» Nous décrirons cet appareil, en détaillant l'application que nous en avons faite pour mettre au jour le phénomène réciproque de la polarité électrique des cristaux hémièdres.

» On sait que, lorsqu'on fait subir à un cristal hémièdre à faces inclinées une variation de pression suivant un axe d'hémiédrie, il se développe aux deux extrémités de cet axe des quantités d'électricité égales et de signes contraires, le sens du dégagement étant lié au signe de la variation de pression.

» Nos expériences actuelles viennent prouver que, réciproquement lorsqu'on charge d'électricités contraires les deux extrémités de l'axe d'un cristal hémièdre, il éprouve, suivant cet axe, soit une contraction, soit une dilatation, selon le sens dans lequel la tension électrique lui a été appliquée.

» Les sens des deux phénomènes réciproques sont liés entre eux par la loi générale suivante, dont nous empruntons l'énoncé à M. Lippmann, et qui n'est autre chose qu'une généralisation de la loi de Lenz : « Le sens » est toujours tel que le phénomène réciproque tende à s'opposer à la pro» duction du phénomène primitif. »

» M. Lippmann, se basant à la fois sur les principes de la conservation de l'électricité et de la conservation de l'énergie, et sur les propriétés du phénomène direct, avait pu prévoir et démontrer d'avance toutes les particularités du phénomène réciproque ([1]). Il avait même donné le moyen d'en calculer d'avance la grandeur pour une différence de potentiel détermi-

---

([1]) *Principe de la conservation de l'électricité* (*Annales de Chimie et de Physique*, 1881, p. 145).

née, lorsque l'on connaît la quantité d'électricité dégagée par une pression déterminée.

» Nous avons antérieurement mesuré la quantité d'électricité dégagée par la tourmaline et par le quartz pour une pression de 1^{kg} ([1]); on trouve, en faisant le calcul, que des prismes de ces substances éprouveront des variations de longueur d'environ $\frac{1}{20000}$ de millimètre pour une différence de potentiel correspondant à une étincelle de $0^m,01$ dans l'air.

» Voici comment les expériences ont été disposées : l'appareil est formé de deux plaques massives en bronze, unies par trois grosses colonnes qui font corps avec l'une des plaques, traversent l'autre et sont terminées par des vis munies d'écrous.

» On peut ainsi, à l'aide des écrous, serrer entre les deux plaques une pile d'objets placés les uns au-dessus des autres. Les objets sont partagés en deux systèmes distincts :

» Le système inférieur sert uniquement à mesurer les variations de pression; il se compose de trois lames de quartz larges et minces, séparées par des lames métalliques que l'on met en communication avec un électromètre, qui accuse l'électricité dégagée par les variations de pression subies par les lames de quartz.

» Le système supérieur sert à produire le phénomène que l'on veut étudier. Dans le cas qui nous occupe, il se composait de trois cristaux hémièdres aussi volumineux que possible, et séparés les uns des autres par deux rondelles de cuivre. Les trois cristaux avaient leurs axes d'hémiédrie parallèles à la direction du serrage. Les deux cristaux des bouts étaient retournés par rapport à celui du milieu, c'est-à-dire que, sur l'une des rondelles de cuivre, se trouvaient appliquées deux bases positives par pression, sur l'autre deux bases négatives.

» Les deux bases extérieures des trois cristaux communiquaient avec la terre. Les deux rondelles de cuivre pouvaient être reliées aux deux pôles d'une machine de Holtz.

» Nous avons opéré sur la tourmaline et sur le quartz. Pour ces deux substances, lorsque l'on unit la branche positive d'une machine de Holtz à la rondelle de cuivre attenante aux faces des cristaux positives par pression, et la branche négative à la rondelle attenante aux faces négatives, les cristaux tendent à se dilater suivant l'axe de serrage et, par l'intermédiaire du

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 204.

système inférieur, qui subit une augmentation de pression, l'électromètre indique cette dilatation; quand l'action de la machine cesse, l'électromètre l'indique encore. Enfin, quand on renverse le sens de la tension, les cristaux se contractent et tous les effets se produisent en sens inverse.

» Le phénomène est déjà sensible pour une tension correspondant à une étincelle d'un demi-millimètre; il semble être proportionnel à la différence de tension.

» Il nous est impossible, pour le moment, de donner une mesure; mais un calcul que nous avons fait pour le quartz, calcul grossièrement approximatif, vu les données imparfaites que nous avons employées, nous a montré que le phénomène est du même ordre de grandeur que le phénomène calculé théoriquement ([1]). »

CHIMIE. — *Sur la décomposition de quelques acétates métalliques en présence de l'eau. Production d'espèces minérales cristallisées.* Note de **M. J. Riban**, présentée par M. Berthelot.

« Les acétates métalliques placés dans les mêmes conditions que les formiates (voir *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1023 et 1082) devraient, à ne considérer que des analogies des formules, se détruire en dégageant de l'acide carbonique et du gaz des marais. Mais si l'acide formique est, ainsi que l'a montré M. Berthelot, un corps endothermique, l'acide acétique, au contraire, est, d'après les expériences récentes du même auteur (voir *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1882), formé avec dégagement de chaleur à partir de l'acide carbonique et du gaz des marais. Il en résulte que l'acide acétique doit être relativement stable en présence des agents qui dédoublent si aisément l'acide formique, dont les conditions thermiques font en quelque sorte un être à part dans la série grasse.

» Aussi les acétates ne m'ont fourni généralement que les produits de leur saponification par l'eau en acide et oxydes métalliques parfois bien

---

([1]) Les deux systèmes, celui qui servait à produire le phénomène électrique et celui qui servait à le mesurer, étaient séparés l'un de l'autre, au point de vue électrique, d'une façon parfaite; ils étaient chacun parfaitement enfermés dans des enveloppes métalliques communiquant avec la terre.

Nous n'avons pas négligé toutefois les nombreuses vérifications qui permettent de s'assurer que l'on n'a pas affaire à un phénomène d'influence. Ces précautions sont nécessaires, puisqu'il s'agit de constater de très petites quantités d'électricité qui se dégagent en présence des tensions énormes des machines de Holtz.

cristallisés et quelques gaz résultant de l'action ultérieure des composants régénérés, mais je n'ai jamais rencontré de carbures d'hydrogène. Ces décompositions présentent dès lors moins d'intérêt que celles des formiates : aussi n'en ai-je fait qu'une étude plus sommaire. Sauf indications contraires, les solutions à 5 pour 100 sont chauffées à 175° sous le volume de 10^{cc} en vase clos, vide d'air.

» Les acétates de manganèse, de cobalt, de nickel, de fer, de zinc sont déjà décomposés après quatre ou cinq heures de chauffe et ne le sont encore qu'incomplètement après soixante-dix heures, avec formation d'acide acétique et d'oxydes métalliques : protoxyde de manganèse blanc en très faible quantité, oxyde rose de cobalt et hydrate vert-pomme de nickel abondants.

» L'acétate ferreux [1] donne un dépôt noir d'oxyde ferreux, et l'on recueille une petite dose d'hydrogène de 2^{cc} à 5^{cc}, suivant la durée de la chauffe, pour 1^{gr} de sel, supposé anhydre, mis en réaction. Ce gaz provient de la transformation fort lente du protoxyde en oxyde magnétique aux dépens de l'eau; en effet, l'oxyde examiné rapidement sous l'eau à la fin de la réaction est partiellement attirable à l'aimant. La décomposition du sel paraît devoir être bientôt limitée par l'action inverse, car si du dosage du fer contenu dans l'oxyde on déduit qu'après cinq heures $\frac{1}{7}$ du sel est détruit, on n'en trouve guère que $\frac{1}{6}$ décomposé après soixante-douze heures de chauffe. L'acétate de zinc produit de l'oxyde de zinc amorphe et anhydre. Ce sel me paraît le moins stable de la série magnésienne.

» L'acétate d'urane en solutions à 2 pour 100 donne, après une centaine d'heures de chauffe de l'acide acétique, de l'oxyde d'uranium bien cristallisé, que l'on débarrasse de la silice des tubes par lévigation. Il répond à la formule $U^2O^3, 2H^2O$; j'ai trouvé : sesquioxyde d'uranium, 89,2; eau, 10,8; au lieu de 88,9 et 11,1. Ce sont des prismes à six pans, parfois tellement surbaissés qu'ils dégénèrent en tables hexagonales.

» Ils appartiennent au système hexagonal; en effet, les angles sont de 120°; examinés dans la lumière polarisée (nicols croisés), ils s'éteignent lorsque les sections principales des nicols sont parallèles ou perpendiculaires à l'axe principal des cristaux; ils demeurent éteints si la lumière les traverse suivant cet axe. On rencontre, en outre, des cristaux de la

---

(1) Obtenu en mélangeant à chaud, à l'abri de l'air, des solutions équivalentes de sulfate ferreux et d'acétate de baryte.

même matière, groupés en sphérolites, présentant dans la lumière polarisée la croix noire que l'on observe dans les sphérolites de calcédoine ou de calcite, substances qui appartiennent au système hexagonal.

» L'acétate neutre de plomb n'éprouve qu'une faible trace de dédoublement; l'acétate tribasique est décomposé, avec dépôt blanc abondant de protoxyde de plomb.

» Les solutions d'acétate de cuivre à 5 pour 100 par une chauffe prolongée de soixante-dix à cent heures sont décolorées; on trouve, comme produits principaux de l'acide acétique, de l'oxydule de cuivre, de l'acide carbonique, dont le volume correspond sensiblement à celui que donnerait la combustion de l'acide acétique par l'oxygène provenant de la transformation de l'oxyde cuivrique en oxydule; enfin de l'hydrogène, 2 à 5 pour 100 du volume de l'acide carbonique, suivant la durée de la chauffe. — L'oxydule est en cristaux très brillants, cubes et cubo-octaèdres, qui, purifiés de la silice par lévigation, peuvent constituer de beaux produits de collections. La formation de l'oxydule doit être précédée de la saponification de l'acétate avec production d'oxyde cuivrique, qui brûle ultérieurement l'acide acétique; en effet, si l'on diminue la durée de la chauffe, on trouve alors de l'oxydule souillé d'une forte proportion d'oxyde noir de cuivre, comme témoignage de cette phase intermédiaire des transformations.

» Changeons les conditions de l'expérience, opérons dans un milieu primitivement et fortement acide, obtenu en mélangeant de l'acide acétique étendu et de l'oxyde noir de cuivre, les mêmes réactions auront lieu, et on trouve l'oxyde noir changé en beaux cristaux d'oxydule, maintenant démesurément allongés. Ce sont des prismes à quatre ou huit pans, terminés par des pyramides et ressemblant à des cristaux quadratiques. J'ai cru un instant au dimorphisme des cristaux d'oxydule, mais les mesures cristallographiques que j'ai effectuées montrent qu'ils résultent de la combinaison du cube de l'octaèdre et du dodécaèdre rhomboïdal, avec développement exagéré de certaines faces produisant ces déformations du système cubique dont le sulfure de fer de Traverselle, le grenat, etc., offrent des exemples. Ces cristaux n'ont pas d'ailleurs d'action sensible sur la lumière polarisée. Enfin, si dans ces expériences on prolonge l'action de la chaleur, on n'obtient plus que du cuivre métallique en prismes à quatre pans, résultant sans doute de la transformation épigénique de l'oxydule.

» Je rappellerai que M. Cazeneuve a montré, depuis la publication de mes premières expériences (*Bulletin de la Soc. chim.*, t. XXVI, p. 98), qu'en opé-

rant dans des conditions différentes et ménagées, après une heure de chauffe seulement et sur des solutions très concentrées (40 pour 100), il se forme des quantités notables d'acide glycolique, phase intermédiaire du phénomène, et de l'oxydule, que M. Cazeneuve supposait doué d'une forme spéciale; mais les cristaux qu'il a eu l'obligeance de m'adresser, et que j'ai mesurés, ne représentent que les combinaisons et déformations du système cubique dont je viens de parler.

» Quant à l'acétate mercurique et au sel d'argent, ils donnent, par une chauffe prolongée, de l'acide acétique, de l'acide carbonique pur, du mercure et de l'argent. Ce dernier est en cristaux mêlés à de petites quantités d'argent filiforme.

» L'acétate d'argent est particulièrement stable; après une cinquantaine d'heures de chauffe, on trouve encore des quantités notables de métal en solution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence de la chaleur et des proportions de la glycérine sur la décomposition de l'acide oxalique;* par M. **Lorin**.

« Après avoir mis en évidence l'activité spéciale de l'acide formique à la combinaison, j'ai continué mes recherches sur la décomposition de l'acide oxalique, en faisant varier les proportions de la glycérine.

» Dans le procédé primitif de préparation de l'acide formique, les proportions d'acide oxalique et de glycérine étaient 1 et 4; elles ont été 3 et 1 dans mon Mémoire (*Annales de Chimie*).

» Vers 108°, pour atténuer l'action de l'eau et de l'acide formique produits, et en recueillant les gaz, on constate les faits suivants pour $1^{éq}$ de glycérine et $1^{éq}$ d'acide oxalique ordinaire plusieurs fois ajouté, lorsque le dégagement gazeux a cessé.

» Le poids d'eau éliminée surpasse le poids correspondant à l'acide carbonique produit et à l'eau d'éthérification; le premier phénomène est donc une déshydratation marquée de l'acide oxalique. Le poids d'eau finit par devenir presque nul, ainsi que celui de l'acide formique, quoique l'acide carbonique soit encore très notable. Finalement, le poids de l'eau est rigoureusement égal à l'eau de cristallisation et d'éthérification, les 91 centièmes environ de l'acide formique restant fixés sur la glycérine.

» Ces phénomènes se répètent aux additions suivantes, en se modifiant. Ainsi l'acide oxalique déplace une partie de l'acide formique déjà combiné, l'acide formique nouveau est en partie combiné à la glycérine et en

partie éliminé, l'eau totale représentant l'éthérification et la déshydratation. Dès la troisième addition, le saturation de la glycérine est presque complète, 43^{gr} d'acide formique étant éliminés. Après la quatrième addition, l'équivalent d'acide oxalique est représenté rigoureusement par l'équivalent d'acide formique et l'eau de cristallisation, résultat qui s'est soutenu, et, après six additions, l'acide formique fixé correspond à une sesquiformine, ou à un mélange de mono et de diformine (polyformine).

» Puisque l'acide oxalique se déshydrate partiellement, on doit avoir, lorsqu'on obtient tout l'acide formique de l'acide oxalique, un acide inférieur à 56,1, qui correspond à 4HO, et pour les autres phases, un acide plus riche : c'est ainsi qu'avec 2^{éq} d'acide oxalique agissant sur un résidu, le troisième acide formique titrait 62, et le quatrième 61. Cette remarque subsiste quel que soit le nombre d'équivalents d'acide oxalique; mais les titres sont plus élevés et peuvent atteindre 80.

» Le sens de ces résultats reste le même, si l'on introduit préalablement de l'acide formique à 4HO.

» L'ensemble des phénomènes qui précèdent se complique de la production nette de l'oxyde de carbone, 1 pour 100 environ, et de l'entraînement d'une petite quantité d'acide oxalique, qui diminuent après les premiers temps de l'opération, lorsqu'on augmente le nombre des équivalents de l'acide ajouté en une fois. Avec 5^{éq}, le poids du résidu s'accorde avec la quantité d'acide formique qui manque; et, dans une opération, ce résidu, exempt d'acide oxalique, a titré 56 pour l'acide formique combiné, indiquant ainsi une polyformine dans laquelle domine la diformine, dont M. Van Romburgh vient d'indiquer les propriétés.

» Une modification à *la préparation industrielle de l'acide formique, qui se fera avec des proportions quelconques de glycérine et d'acide oxalique ordinaire ou desséché,* résulte des expériences suivantes, faites *sans précaution spéciale.*

» **1.** 10^{éq} d'acide (1260^{gr}) et 1^{éq} de glycérine (92^{gr}) ont donné 595^{gr} d'acide formique à 44,6, les trois quarts de l'acide produit étant à 59; 10^{éq} (1260^{gr}) au résidu ont donné 667^{gr} à 54,7, et les trois quarts à 61,3; 10^{éq} (1260^{gr}) au résidu ont donné 656^{gr} à 54,75, les trois quarts à 63,4. Le rapport de l'acide formique total produit à celui de l'acide oxalique entraîné était 100 environ. A feu nu ou dans l'eau salée, les résultats ont peu différé. C'est dans ce dernier cas que la diformine obtenue a été presque pure.

» **2.** 24^{éq} d'acide en une fois (3024^{gr}) et 2^{éq} de glycérine (184^{gr}) ont, à

eu nu, donné 1941gr d'acide à 54,8, l'avant-dernier acide étant à 79,4.

» 3. 107éq d'acide sec (9630gr) ajoutés en plusieurs fois, et 2éq (184gr) de glycérine, au bain d'huile, ont donné 5090gr d'acide à 92,3.

» *Poursuivant l'influence des proportions*, 1008gr d'acide, 73éq,6 et 10gr de glycérine ont donné 631gr d'acide à 49,2, les trois quarts à 69,3 : encore petite quantité d'acide oxalique entraîné. L'oxyde de carbone est tombé de 15 à 4,5. L'acide oxalique de la cornue a oscillé autour de $C^4H^2O^8 + 2{,}8HO$. Sans glycérine, on a eu 467gr à 13,85, avec une quantité notable d'acide oxalique et un très grand excès d'eau, le gaz contenant 45 d'oxyde de carbone, comme l'a indiqué Gay-Lussac, et l'acide oxalique ayant atteint $C^4H^2O^8 + 1{,}5HO$.

» 2000 d'acide, 146éq et 10gr de glycérine ont fourni 1216gr à 47, plus des trois quarts à 66.

» Enfin 1000 d'acide, 368éq et 2gr de glycérine ont donné 587gr à 40. Vers le milieu de l'opération, l'acide oxalique était $C^4H^2O^8 + 2{,}76HO$. L'oxyde de carbone est tombé de 30 à 17 pour 100; résidu exhalant l'odeur allylique. Un acide intermédiaire titrait 84. On a eu les $\frac{70}{100}$ de l'acide théorique, le double de ce qu'a donné l'acide oxalique sans glycérine.

» *Pour l'acide formique cristallisable*, on a fait réagir au bain d'huile 630gr d'acide sec et 50gr de formine saturée : on a eu 291gr à 98; puis 595gr d'acide sec au résidu, ce qui a donné 272gr à 98,9, sans précaution. La matière se boursoufle et prend l'aspect d'une lave en fusion. De ces deux acides on a extrait une grande partie à l'état cristallisable.

» Après ces expériences, on devait admettre que l'acide oxalique sec donnerait, par la chaleur seule, de l'acide formique très concentré. J'ai pu, en effet, de 1gr obtenir plus des deux tiers de l'équivalent de l'acide formique, répondant à la formule $C^2H^2O^4 + 1{,}5HO$, et à la décomposition $C^4H^2O^8 = C^2O^4 + C^2H^2O^4$, résultat digne d'intérêt, après la décomposition totale, faite également par la chaleur, de l'acide oxalique sec, en eau, acide carbonique et oxyde de carbone (*Comptes rendus*, 1876).

» On doit penser que la plupart des alcools polyatomiques, autres que la glycérine, donneraient des résultats analogues.

» En résumé, l'éthérification des acides formique et oxalique est, dans ce genre d'expériences, un accident secondaire. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence d'angélique*. Note de M. **Naudin**, présentée par M. Friedel.

« Dans la famille des Ombellifères, une des plus importantes du règne végétal, on trouve une jolie plante herbacée, l'angélique (*Archangelica officinalis*), qui croît dans les montagnes du sud et de l'est de la France. Depuis quelque temps, elle est l'objet d'une culture suivie à Orsay (Seine-et-Oise). Les semences et les racines de cette plante fournissent, séparément, une essence que l'on extrait ordinairement par la distillation à la vapeur d'eau. J'étudierai d'abord l'essence de semences, me réservant de vérifier plus tard s'il y a identité ou non avec l'essence des racines. Cette dernière a une odeur et une saveur âcres, tandis que les semences donnent un produit à odeur fine, très estimé dans le commerce. L'essence des semences est un liquide volatil, à odeur franche d'angélique. Au contact de la lumière, elle jaunit rapidement. L'air la résinifie. Sa densité à 0° est de 0,872. Son pouvoir rotatoire pour une épaisseur de 200^{mm} est

$$[\alpha]_D = +26^\circ 15'.$$

» A la pression normale, son point d'ébullition est loin d'être fixe, comme on peut le voir par le fractionnement suivant, fait sur 100^{gr} de matière :

1°	174°-184°	70gr
2°	184-194	} 25
3°	194-280	
4°	280-330	
5°	Une partie semi-liquide distillant difficilement.	

» A 330° le liquide est bleu [1].

» Si l'on veut fractionner de nouveau l'une quelconque de ces parties, on remarque que le point d'ébullition le plus haut, obtenu tout d'abord, est très vite dépassé. On doit en conclure que l'ébullition seule, même hors du contact de l'air, polymérise l'essence de manière à empêcher de distiller le liquide, si l'action de la chaleur a été suffisamment prolongée.

(1) Piesse a déjà observé, dans un grand nombre d'essences, l'existence d'un corps bleu liquide passant à 302° (*Bulletin de la Société chimique*, t. III, p. 291; 1865).

» L'analyse élémentaire, faite à des intervalles de temps assez éloignés accuse des différences comme celles-ci :

	I.	II.
C	83,16	77,34
H	11,64	8,53
O	5,20	14,13
	100,00	100,00

Cette essence absorbe donc l'oxygène de l'air.

» Pour isoler le corps principal constituant cette essence, j'ai dû opérer le fractionnement dans le vide; puis une rectification également dans le vide, sur le sodium. On obtient alors 75 pour 100 d'un corps liquide, très mobile, bouillant exactement à 87° sous une pression de 22^{mm}.

» A la pression ordinaire, sur une grande masse de liquide, le point d'ébullition est à 175°.

» Ce corps a donné à l'analyse :

	Trouvé.		Calculé pour $C^{10}H^{16}$.
C	88,20	88,05	88,23
H	11,88	11,99	11,77
	100,08	100,04	100,00

C'est donc un térébenthène, $C^{10}H^{16}$, isomère de l'essence de térébenthine.

» Ce carbure possède des propriétés spéciales qui le différencient nettement de tous les carbures ou $C^{10}H^{16}$ que l'on connaît.

» C'est un liquide incolore, très mobile, bouillant à 175° à la pression normale, à odeur de houblon. Il produit sur la respiration une suffocation semblable à celle que l'on observe avec les composés amyliques. Sa densité à 0° = 0,833. Chauffé en vase clos à 100°, il devient visqueux.

» Son pouvoir rotatoire, pour une épaisseur de 200^{mm}, est

$$[\alpha]_D = +25°16'.$$

L'action de la chaleur à 100°, en tubes scellés, tend à diminuer ce pouvoir.

» Le tableau suivant indique l'action produite pendant une période totale de quatre cent trente-deux heures.

Pouvoir rotatoire avant $[\alpha]_D = +25°16'$.

	Pouvoir rotatoire.	Perte.
	° ′	° ′
Après 144h	+19.00	6.16
Après 288	+12.07	6.53
Après 432	+ 9.43	2.23

» Après quatre cent trente-deux heures de chauffe, le pouvoir rotatoire tend vers une limite, 9°44′, dans les conditions que je viens de préciser.

» Une élévation de température au delà de 100° accélère notablement cette perte de propriétés optiques; car à 180°, en tube scellé, la limite 9°44′ est atteinte au bout de six heures. Le carbure devient pâteux et se colore légèrement en brun.

» L'analyse de ce corps pâteux, obtenu comme il est dit plus haut, donne exactement les nombres du carbure initial. Il s'ensuit que la chaleur *seule* exerce une action polymérisante sur ce corps.

» Ce carbure, que je propose de nommer *térébangélène*, pour rappeler, à la fois, son isomérie avec le térébenthène et son origine, est un corps éminemment oxydable, se rapprochant par là du β-isotérébenthène de M. Riban. L'air le résinifie sans le colorer sensiblement; c'est ce qui explique, dans l'essence d'angélique brute, la présence de 30 pour 100 de corps visqueux, à point d'ébullition plus élevé que le térébangélène. Le chlore et le brome l'attaquent violemment en donnant du cymène. Le sodium, à 100°, le polymérise très rapidement.

» J'ai pu observer dans l'essence d'angélique vieille de deux ans, *non desséchée*, la présence d'un corps blanc cristallisé que j'ai isolé en distillant simplement l'essence par la vapeur d'eau. Ce corps reste comme résidu non volatil; il est oxygéné, mais existe dans l'essence en si petite quantité qu'il m'a été impossible d'en déterminer exactement la nature chimique. Il est probable qu'on a affaire à un hydrate de térébangélène isomère de la terpine.

» Dans une prochaine Note, je déterminerai l'action de l'acide chlorhydrique, de l'acide sulfurique et des oxydants sur ce nouveau carbure [1]. »

MÉTALLURGIE. — *Méthode pour purifier les cuivres arsénieux.* Note de M. J. Garnier, présenté par M. Daubrée.

» Quand, suivant les méthodes actuelles, on affine les cuivres arsénieux et antimonieux dans un four à parois siliceuses, les scories produites sont forcément elles-mêmes extra-siliceuses, c'est-à-dire acides; dans ces conditions, elles peuvent bien absorber facilement les impuretés qui, par l'oxydation, donnaient des bases; mais elles s'intègrent mal et souvent pas du tout les impuretés qui, par l'oxydation, fournissent des acides, c'est-à-dire

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Schützenberger, au Collège de France.

l'arsenic et même l'antimoine. Les métallurgistes ont donc beaucoup de peine à se débarrasser de ces corps, et il suffit de $\frac{2}{1000}$ d'arsenic pour que le cuivre soit de qualité médiocre.

» Mon procédé d'affinage, que j'ai mis en pratique dans les usines de MM. J.-J. Laveissière et fils, à Deville, près Rouen, consiste à établir d'abord une sole basique, pour laquelle j'emploie une brasque de chaux et de goudron, suivant le procédé Riley et Thomas Gilchrist. Mais, en pratique, il ne serait pas possible d'opérer directement sur cette sole, car elle servirait d'aliment aux acides arséniques et autres, et serait promptement détériorée. Pour obvier à cette difficulté radicale, j'établis à chaque opération d'affinage une *fausse sole* en calcaire mélangé de peroxyde de manganèse, je charge par-dessus les lingots de cuivre à affiner. Pendant la fusion des lingots sans action oxydante, la fausse sole s'échauffe, elle cède son acide carbonique et une partie de son oxygène; ces gaz traversent la masse du cuivre à demi-fondue, la brassent et l'oxydent, puis, quand le bain est suffisamment liquide, la chaux et le protoxyde de manganèse formés montent à leur tour à travers le cuivre et dissolvent l'acide arsénique, qui passe ainsi en forte proportion dans la scorie : toutefois le bain contient encore environ 20 pour 100 de l'arsenic initial. Pour chasser ces dernières traces, on laisse le cuivre devenir pâteux sous courant d'air, on le refond ensuite avec addition de fondants basiques jusqu'à entière purification.

» Voici un exemple d'opération sur un cuivre de cément de Rio-Tinto :

	Arsenic pour 100.	Fer pour 100.
Cuivre changé	0,789	0,320
Après première fusion	0,141	0,022
Après deuxième fusion	0,113	traces
Après troisième fusion	0,023	

» Ce procédé d'affinage des cuivres arsénieux supprime les rôtissages; de plus, l'absence à peu près complète de la silice diminue les déchets en cuivre dans les scories. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales montrant que des causes diverses, mais surtout des lésions de l'encéphale, et en particulier du cervelet, peuvent déterminer, après la mort, une contracture générale ou locale.* Mémoire de M. **Brown-Séquard**. (Extrait par l'Auteur.)

« Depuis longtemps les chirurgiens militaires ont signalé un fait très singulier et jusqu'ici inexplicable. Ils ont vu des individus, tués sur un

champ de bataille, conserver après la mort l'attitude qu'ils avaient au moment d'une blessure mortelle. Les exemples sont extrêmement nombreux de ces cas bizarres, dont ont parlé plusieurs auteurs, et en particulier le D[r] Weir Mitchell, de Philadelphie. Comment s'expliquer des faits qui semblent si étranges? D'après les lois ayant pour objet les relations entre l'irritabilité musculaire et la rigidité, lois que j'ai essayé d'établir dans la Leçon *Croonienne* que j'ai faite à la Société royale de Londres en 1861, il était possible d'invoquer l'état de fatigue extrême, d'épuisement du système nerveux et musculaire, chez les soldats tués sur un champ de bataille, comme participant à la production rapide d'une rigidité musculaire considérable, mais cette cause ne pouvait pas donner une explication du passage immédiat des muscles à un état de contraction capable de faire garder l'attitude des membres et du tronc existant à l'instant de la mort. On a émis la supposition qu'une hémorrhagie considérable pouvait ou devait être aussi une cause d'apparition très rapide de rigidité cadavérique dans ces circonstances. Il est vrai qu'une perte soudaine d'une quantité très grande de sang peut donner lieu à des convulsions qui, épuisant les muscles, y font bientôt apparaître la rigidité cadavérique, mais les convulsions changeraient nécessairement l'attitude de l'individu qui en serait atteint, et il faut conséquemment rejeter toute explication fondée sur l'existence d'une hémorrhagie.

» Des expériences extrêmement nombreuses m'ont conduit à trouver l'explication que j'avais vainement cherchée, pendant si longtemps, à ce sujet. Ces expériences ayant un très grand intérêt physiologique, indépendamment de la lumière qu'elles jettent sur le phénomène dont j'ai parlé, je crois devoir en communiquer les résultats à l'Académie. J'ai trouvé depuis plus de huit mois que le diaphragme est quelquefois atteint d'une rigidité qui n'est pas de la raideur cadavérique, mais bien une contracture, c'est-à-dire un acte vital, soit au moment de la mort, soit après celle-ci, et j'ai souvent constaté que cette contracture peut cesser et reparaître deux, trois et même quatre fois avant l'apparition de la rigidité finale, c'est-à-dire de la raideur cadavérique proprement dite. Je me suis de plus assuré que le diaphragme est capable de se *contracturer*, non seulement après une excitation même légère de son nerf, mais aussi sans aucune excitation de cause extérieure. Il y a deux ou trois mois j'ai trouvé que tout ce que je viens de dire du diaphragme peut avoir lieu pour les muscles du tronc et des membres. Ainsi, j'ai constaté que des membres peuvent être pris de contracture quelques minutes après la mort, que cette manifestation d'activité musculaire peut durer longtemps et passer à l'état de rigidité cadavérique, sans

trace de relâchement, même pour un instant, qu'elle peut cesser de réapparaître, puis cesser encore d'une manière en apparence spontanée et enfin qu'une contracture peut se montrer pendant la vie, se continuer après la mort et passer sans s'affaiblir à l'état de rigidité cadavérique proprement dite. Ces phénomènes ne s'observent que très rarement chez des animaux que l'on tue sans les avoir préalablement soumis à certaines lésions de l'encéphale. J'ai observé les premiers faits de cet ordre après une lésion du bulbe rachidien; mais, à ma grande surprise, j'ai trouvé récemment que c'est le cervelet qui est l'organe le plus capable de les produire. Jusqu'ici, je n'ai pas encore pu léser le cervelet dans l'une de ses masses latérales sans voir se montrer rapidement après la mort une contracture intense, soit dans un membre, soit dans plusieurs ou dans tous.

» Il est facile de s'assurer que la contracture qui se produit au moment de la mort ou peu après dépend de deux causes excitatrices distinctes, l'une primitive, provenant de l'encéphale; l'autre secondaire, ayant son origine dans la partie terminale des nerfs, sinon dans le tissu musculaire lui-même. Des expériences multipliées m'ont en effet montré : 1° qu'une fois établie, cette contracture ne disparaît que très rarement lorsqu'on sépare l'encéphale de la moelle épinière en coupant celle-ci près du bulbe; 2° que dans la majorité des cas la contracture ne se modifie en rien après qu'on a coupé tous les nerfs d'un membre raidi. Déjà en 1875 j'avais trouvé que chez des chiens atteints de contracture presque universelle ou localisée dans un membre à la suite de cautérisation de la surface cérébrale par un fer chauffé au blanc, on peut couper la moelle épinière en travers, près du bulbe, sans faire disparaître la rigidité musculaire. Il est clair, conséquemment, que dans ces expériences, bien que la cause première soit dans une irritation encéphalique, ce n'est pas cette irritation qui fait durer le phénomène. De plus, lorsqu'on a coupé tous les nerfs d'un membre, il est évident que la persistance de la contracture ne peut dépendre que des nerfs eux-mêmes, de leurs plaques terminales ou du tissu musculaire. Je n'examinerai pas aujourd'hui de laquelle de ces trois parties provient l'irritation secondaire qui maintient les muscles en état de contracture.

» Il importe d'ajouter que l'espèce de contracture dont je m'occupe et qui est incontestablement un acte vital, bien qu'il ait lieu après la mort, peut survenir tardivement après celle-ci, soit dans le diaphragme, soit dans les membres. Elle peut apparaître alors que depuis quelque temps déjà toute excitabilité a disparu dans le centre cérébro-rachidien, mais elle ne se montre jamais après que les nerfs moteurs ont perdu leur excitabilité.

J'ai vu cette contracture survenir, dans quelques cas, chez des animaux tués par ouverture du thorax et qui n'avaient eu aucune lésion organique de l'encéphale, mais chez lesquels des causes diverses avaient modifié les propriétés de ce grand centre nerveux. Parmi ces cas, d'ailleurs très rares, j'en signalerai un dans lequel de l'éther sulfurique avait été injecté sous la peau, et un autre, si remarquable, qu'il mérite une mention spéciale. Il s'agit, dans ce second cas, d'un cobaye qui, ayant été tué par l'ouverture du thorax, après avoir été soumis pendant dix minutes à une irritation de la peau de l'abdomen par de la moutarde, a été atteint très rapidement de contracture, dans tous les membres, dans le tronc, au cou et à la tête. En moins de six minutes après la mort, un des membres antérieurs s'était raidi, et en moins de douze minutes tout le reste du corps avait acquis une rigidité extraordinaire. L'animal était mort sans convulsions et sans perte de sang, et son cœur battait encore quand la contracture s'est montrée. Il n'était donc pas dans les conditions que l'on constate lors de l'apparition d'une rigidité cadavérique hâtive, et c'était bien une contracture qui s'était établie dans tout son système musculaire.

Conclusions. — De ces faits je crois pouvoir conclure : 1° qu'une contracture véritable peut survenir un certain temps après aussi bien que quelque temps avant la mort, et que cette contracture peut durer longtemps et passer à l'état de rigidité cadavérique ou disparaître complètement et permettre alors de reconnaître la persistance de l'irritabilité musculaire; 2° que des diverses parties de l'encéphale, celle qui a le plus de puissance pour produire de la contracture après la mort est le cervelet; 3° que la conservation de l'attitude qu'ils avaient avant la mort et que l'on a observée chez des soldats tués sur un champ de bataille dépend non d'une apparition soudaine de rigidité cadavérique, mais de la production d'une contracture véritable. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme des troubles moteurs produits par les excitations ou les lésions des circonvolutions du cerveau.* Note de M. **Couty**, présentée par M. Vulpian.

« J'ai cherché à montrer, dans plusieurs Communications précédentes, que l'on ne pouvait pas localiser dans le cerveau le point de départ de certains troubles moteurs produits par les excitations ou les lésions des circonvolutions. J'ai fait voir (mars 1879, mai 1880) que, sur des singes ou des chiens dont la circulation cérébrale était depuis longtemps arrêtée par la

quadruple ligature ou par d'autres moyens, l'électrisation corticale continuait à produire ses effets habituels; et sur ces animaux ou sur d'autres, curarisés, ou anesthésiés, ou paralysés progressivement, j'ai constaté (mai 1880, avril, mai 1881) que la disparition des contractions ou des convulsions dites corticales coïncidait avec la paralysie tardive des fonctions médullaires. J'avais conclu, de tous ces faits, que la moelle et non le cerveau jouait dans ces phénomènes le principal rôle; et je viens en fournir aujourd'hui la preuve directe.

« Si, au lieu de lier les artères encéphaliques, on comprime l'aorte abdominale, ou encore si l'on injecte des spores de lycopode en suspension dans l'eau, par le bout central de l'artère crurale, on observe que la suppression de la circulation et des fonctions d'une région limitée de la moelle entraîne immédiatement la cessation, dans les muscles correspondants, des contractions qui auparavant étaient produites par l'électrisation du cerveau.

» Le singe ou le chien en expérience conserve intactes toutes les réactions de la tête et des membres antérieurs; et, soit que l'on excite le cerveau, soit que l'on excite le plexus brachial, ou même quelquefois quand on électrise le nerf sciatique, il continue à exécuter des mouvements de défense ou des mouvements réflexes de tout le train antérieur, et il conserve aussi une très grande sensibilité de la moelle anémiée aux divers excitants mécaniques ou électriques. Les fonctions conductrices de cette moelle sont donc partout conservées, et cependant le cerveau cesse d'agir sur les muscles. Du moment où l'arrêt du sang entraîne, avec la paraplégie, la perte complète de toutes les contractions réflexes des membres postérieurs, les mêmes membres, qui se contractent énergiquement pour toutes les excitations qui portent sur leurs nerfs ou sur la moelle, cessent de répondre aux excitations électriques, beaucoup plus intenses, que l'on fait porter sur le cerveau. Les résultats ont été les mêmes dans toutes mes expériences. La moelle n'est donc pas un simple appareil de conduction; mais, dans les excitations venues du cerveau, elle intervient activement comme dans celles venues de la périphérie; elle forme un appareil de réception et de transformation, qui seul semble être en rapport direct avec les muscles.

» Cette conclusion se trouve complètement confirmée par l'étude des phénomènes d'excitabilité pathologique.

» Ces phénomènes, assez difficiles à étudier à cause de leur variabilité, présentent des formes diverses, qui toutes paraissent se produire par l'intermédiaire de la moelle. J'avais fait voir depuis longtemps (mars 1879) que les accès de contracture monoplégique, constatés quelquefois sur les

chiens dont on a lésé les circonvolutions, persistent après l'excision des parties irritées, ou même après l'ablation de l'hémisphère; et la même constatation a été faite par d'autres pour les convulsions plus généralisées.

» Mais on pouvait reprocher à ces observations de porter sur des troubles irritatifs passagers, qui s'expliquaient diversement, et il était indispensable de les répéter dans des conditions plus précises.

» Ayant été assez heureux, dans quelques-unes de mes expériences sur les singes, pour voir ces animaux devenir hémichoréiques ou hémiathétosiques à la suite de lésions cérébrales ou mieux corticales, je les ai immédiatement utilisés. Seulement, au lieu d'enlever simplement la circonvolution ou l'hémisphère lésé, j'ai agi sur la moelle elle-même en l'isolant du cerveau par segments, ou en la détruisant. La ligature de la moelle cervicale a laissé persister tous les mouvements des membres et de la queue : la double ligature cervicale et dorsale a laissé persister aussi toutes les secousses d'un singe hémichoréique. Mais, dans ces deux cas, l'affaiblissement progressif et la mort rapide de l'animal n'ont pas permis de prolonger les observations. Dans les trois cas où la ligature a porté sur la moelle dorsale, nous avons pu observer pendant plusieurs heures ces animaux, et nous avons vu, pendant tout ce temps, les membres postérieurs et la queue, dont les nerfs étaient séparés du cerveau, continuer à être agités des mêmes secousses : il a été nécessaire de détruire le segment inférieur de la moelle, pour faire disparaître immédiatement les mouvements involontaires des muscles correspondants.

» Sur des animaux dont on a lésé le cerveau, la moelle isolée reste donc capable de commander, à elle seule, aux mouvements convulsifs qui sont venus consécutivement à la lésion corticale : entre les deux phénomènes objectifs, altération anatomique de quelques circonvolutions et troubles pathologiques de quelques mouvements, il y a donc une modification fonctionnelle, plus difficile à saisir, qui siège dans la moelle; et cette modification intermédiaire et consécutive, très variable avec les individus, détermine seule la forme et la durée des symptômes extérieurs observés. Par suite, les circonvolutions ne paraissent avoir aucun rapport direct avec les muscles; pour leurs excitations expérimentales, comme pour leurs lésions, c'est la moelle qui joue le rôle prédominant de centre de réaction et de transformation.

» Il reste à voir si cette conclusion s'applique aussi aux autres parties du cerveau : ce sera l'objet de prochaines Communications. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur l'excrétion de l'acide urique chez les Oiseaux.* Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Wurz.

« L'analyse chimique montre que l'urée est un produit d'oxydation plus avancée que l'acide urique. Or les recherches physiologiques, aussi bien que les observations pathologiques chez l'homme, semblent démontrer que l'excrétion exagérée de l'acide urique est en relation avec le ralentissement des combustions organiques. Il me paraît inutile de rappeler tous les faits invoqués. On trouve encore, dans l'excrétion de l'acide urique par les animaux à sang froid, la confirmation de cette relation.

» Cependant un fait capital d'observation va à l'encontre de cette manière de voir. Les oiseaux, dont la température est très élevée, chez lesquels les combustions sont très actives, excrètent surtout de l'acide urique et non pas de l'urée. Quelques-uns, les granivores, ne produisent que de l'acide urique; d'autres, les carnivores, produisent beaucoup d'acide urique et un peu d'urée. L'acide urique domine toujours.

» Il est vrai qu'on trouve également dans les excréments d'oiseaux beaucoup d'ammoniaque, terme ultime de combustion et d'hydratation des matières azotées. C'est là un fait tout au moins contradictoire avec l'excrétion de l'acide urique. Cette simple observation prouve que fréquemment nos interprétations théoriques sont le résultat d'un *chimisme artificiel*, comme disait Cl. Bernard, et appellent le contrôle sévère de l'expérimentation.

» J'ai institué des expériences pour rechercher si, en exagérant les combustions chez les oiseaux, ou en les ralentissant, je parviendrais à modifier l'équation de dédoublement des matières azotées, à augmenter l'urée aux dépens de l'acide urique par exemple.

» J'ai opéré tour à tour sur deux éperviers adultes. J'ai pris avec intention un oiseau carnivore, excrétant par conséquent à la fois de l'urée, de l'acide urique et de l'ammoniaque.

» L'oiseau est enfermé dans une petite cage, dont le fond est une cuvette en zinc, à bords relevés, pour recueillir tous les excréments. Une vaste cloche en verre est disposée pour recouvrir la cage; elle repose sur un plateau présentant deux orifices, l'un d'appel, l'autre de sortie pour les gaz.

» Pendant plusieurs jours, l'oiseau est nourri régulièrement avec un mélange de foie et de poumon de veau. Il en consomme 90^{gr} en moyenne.

» Pendant trois jours, j'ai analysé es excréments de vingt-quatre heures ; j'ai trouvé :

	Premier jour.	Deuxième jour.	Troisième jour.
	gr	gr	gr
Acide urique.........	2,544	2,016	2,108
Urée...............	0,56	0,49	0,52
Ammoniaque.........	0,272	0,204	0,33

» Il est bien acquis, par ces résultats, que la quantité totale des matériaux excrétés varie un peu d'un jour à l'autre, mais le rapport des éléments entre eux reste sensiblement constant.

» Je fais alors respirer à cet épervier 10^{lit} d'oxygène pur, à la pression normale. Le lendemain, l'analyse me donne :

	gr
Acide urique................	2,390
Urée.....................	0,53
Ammoniaque................	0,238

» On remarque que l'acide urique a plutôt augmenté, ce qui est contraire à la théorie. L'épervier a mangé un peu plus que la veille, 95^{gr} au lieu de 90^{gr} de viande.

» Je recommence l'expérience. Je le laisse douze heures de suite dans un courant d'oxygène pur, à la pression normale. L'épervier a pris 80^{gr} environ de nourriture. Je trouve :

	gr
Acide urique................	2,2
Urée.....................	0,45
Ammoniaque................	0,20

» Le rapport des produits d'excrétion a peu varié. Tous les éléments diminuent à la fois.

» Inversement, je l'ai laissé alors dans une atmosphère d'asphyxie, au sein des produits de sa propre expiration. J'ai obtenu :

	gr
Acide urique................	0,396
Urée.....................	0,11
Ammoniaque................	0,051

» L'animal n'a pris que 30^{gr} de nourriture.

» Mes expériences sur le second épervier m'ont donné des résultats absolument semblables ([1]).

» Il résulte de ces expériences un fait incontestable, c'est que l'activité de la combustion, ou la diminution, ne change pas le rapport des principes excrétés. La totalité des éléments augmente ou diminue avec la quantité

(1) L'acide urique a été dosé par les pesées, l'urée par l'hypobromure de soude dans le liquide privé d'acide urique et d'ammoniaque, et l'ammoniaque par le procédé de Schlœsing.

de nourriture ingérée ; et cette quantité est liée aux conditions stimulantes ou déprimantes du milieu.

» Que conclure de ces observations? C'est que, suivant les espèces animales, le dédoublement des matières albuminoïdes s'opère suivant une équation spéciale. Ce dédoublement étant lié probablement à des phénomènes d'hydratation, plus encore qu'à des phénomènes d'oxydation, il n'y a rien d'étonnant que l'ingestion d'oxygène ou la privation de cet élément ne le modifie pas. »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Gastornis Edwardsii *et le* Remiornis Heberti *de l'éocène inférieur des environs de Reims.* Note de M. V. LEMOINE, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« J'ai déjà décrit et figuré, dans un précédent travail, plusieurs des ossements de l'oiseau gigantesque de la faune cernaysienne, auquel j'ai donné le nom de *Gastornis Edwardsii*. Les recherches, que je n'ai jamais interrompues, ont amené la découverte de plusieurs autres pièces du squelette, qui contribueront à mieux faire connaître ce type ornithologique si remarquable.

» Le bassin, encore complètement inconnu, du grand oiseau éocène paraît avoir différé du bassin de l'Autruche par la plus grande épaisseur de l'ischion et la non-soudure de cette pièce osseuse avec le pubis. L'appendice caudal, d'après l'idée que peut en donner une vertèbre bien intacte, était plus fort que chez les Coureurs actuels.

» Le sternum était peu bombé et probablement sans carène ; les côtes offraient un capitulum développé et un tuberculum fort court.

» Quant à l'épaule, elle paraît avoir été constituée par une fourchette et un coracoïdo-scapulum rappelant le type coureur. Mais des pièces osseuses d'une conservation plus parfaite paraissent nécessaires pour résoudre complètement cette question. L'aile du Gastornis, impropre au vol, mais proportionnellement plus développée que chez l'Autruche, pouvait peut-être servir comme instrument de natation. Elle est représentée par les extrémités de l'humérus, un radius, un métacarpien et la dernière phalange terminale du doigt principal.

» Le métacarpien, d'une conservation fort satisfaisante, est remarquable par l'absence de toute trace de soudure avec les pièces voisines. Si de nouvelles recherches ne viennent pas infirmer cette manière de voir,

le Gastornis aurait donc eu, à l'état adulte, des métacarpiens indépendants, comme les *Saururæ* et les *Archeopterygidæ*.

» Quant à la tête du grand oiseau de Cernay, si on la reconstruit avec les nombreux fragments qui paraissent lui appartenir, et dont quelques-uns étaient en connexion, elle paraît avoir présenté un allongement tout spécial dans son diamètre antéro-postérieur et un aplatissement prononcé de la voûte cranienne. Il en résulte que la cavité orbitaire était plus éloignée de l'extrémité postérieure de l'occipital que dans le type ornithologique normal. Il y aurait sous ce rapport une grande analogie de forme avec le crâne de l'Archéoptéryx.

» Un autre caractère important de la tête du Gastornis consiste dans la non-soudure des os du crâne, qui rappelle complètement, à ce point de vue, la disposition de la tête d'une jeune Autruche. Dans l'une comme dans l'autre tête, on remarque un occipital bien distinct, deux pariétaux, deux os frontaux, joints par suture, sur la ligne médiane; puis, de chaque côté, un os lacrymal, une apophyse post-orbitaire, qu'on peut peut-être considérer comme un frontal postérieur; un temporal subdivisé en une portion squammosale, et une portion mastoïdienne, séparées par une suture. Le pariétal du Gastornis est remarquable par son allongement antéro-postérieur, et le frontal est réduit dans ses dimensions.

» La base du crâne permet d'étudier le condyle occipital, la fosse sous-condylienne, les tubérosités basilaires, l'écusson sphénoïdal et les apophyses basiptérygoïdes, avec des facettes articulaires bien accentuées.

» La mandibule supérieure de l'oiseau de Cernay offre l'extrémité supérieure de l'os nasal simplement réunie par suture à la branche montante du prémaxillaire, un os palatin, enfin un prémaxillaire suivi d'un ragment de maxillaire. Le prémaxillaire présente sur son bord externe la cassure d'une forte dent latérale, en continuité avec la substance osseuse du bec, et sur sa face inférieure de larges pertuis, assez irréguliers comme forme, mais qui ne semblent pas avoir eu d'autre usage que de donner passage aux vaisseaux destinés à nourrir l'enveloppe cornée, sans doute fort épaisse, du bec.

» La mandibule inférieure du Gastornis présente également des pertuis à son extrémité terminale. Par la disposition générale des diverses pièces osseuses libres qui la composent, elle ne laisse pas que de rappeler la mandibule inférieure de l'*Hesperornis*.

» L'étude de ces diverses pièces osseuses semble démontrer que si le Gastornis offrait quelque analogie avec les Coureurs et les Palmipèdes, il

devait, par suite de ses caractères tout spéciaux, constituer un type ornithologique complètement distinct de tous ceux que nous connaissons actuellement. C'est un oiseau encore reptilien à beaucoup d'égards.

» Le deuxième type ornithologique est bien inférieur, comme taille, au Gastornis. D'une autre part, il paraît moins différer, par l'ensemble de ses caractères, des oiseaux actuels.

» Je crois pouvoir lui attribuer une portion coronoïdienne et une extrémité antérieure d'une mandibule inférieure, plusieurs vertèbres dorsales, l'une libre, les autres soudées, un os coracoïdien, une extrémité inférieure d'humérus, une extrémité supérieure de cubitus, la partie inférieure d'un tibia et le corps d'un tarso-métatarsien. La portion coronoïdienne du maxillaire inférieur diffère peu, comme forme, de la même partie du bec du Gastornis. Il n'en est pas de même de l'extrémité antérieure, qui n'offre pas de trace de suture sur la ligne médiane, alors que chez le *Gastornis*, comme chez l'*Hesperornis* et l'*Ichthyornis*, les deux moitiés du maxillaire paraissent avoir été complètement indépendantes. De plus, les larges pertuis mandibulaires du Gastornis se trouvent remplacés dans le type nouveau par de simples sillons de forme ovalaire.

» La vertèbre dorsale libre est remarquable par sa forme assez spéciale, qui se rapproche de celle des vertèbres de l'*Hesperornis*.

» Une pièce, malheureusement écrasée et par suite altérée dans sa forme, nous paraît présenter deux vertèbres complètement soudées par leur face correspondante et surmontées d'une troisième vertèbre incomplètement réunie aux précédentes. Cette soudure de plusieurs vertèbres contraste avec ce que l'on trouve chez les oiseaux de la craie d'Amérique, chez l'Aptéryx, chez l'Autruche, et, sans doute aussi, avec la liberté probable des diverses pièces de la colonne vertébrale du Gastornis.

» L'humérus paraît offrir des tubérosités plus accentuées que le même os du Gastornis. Le cubitus a une forme assez spéciale, et son apophyse olécranienne serait plus basse que dans le type ornithologique normal.

» Le tibia est remarquable par ses profondes dépressions, et le tarsométatarsien par l'excavation de sa face antérieure.

» Ces caractères différentiels si accentués du nouveau type de Cernay paraissent devoir motiver la création d'un genre nouveau, dont l'espèce, encore unique, serait désignée sous le nom de *Remiornis Heberti*. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Les Crustacés inférieurs distinguent-ils les couleurs ?* Note de M. C. DE MEREJKOWSKY, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le but que je me suis proposé, dans les expériences suivantes, était de rechercher si les Crustacés inférieurs se comportent de la même manière en présence de lumières de différentes couleurs, comme cela a été démontré par M. Lubbock pour les Fourmis.

» J'avais pour ces recherches un sujet d'examen très commode : les larves des Balanus, Crustacés cirripèdes. J'ai répété plusieurs de ces expériences sur certains Copépodes marins (*Dias longiremis*). Dans un vase complètement obscur, ces Crustacés se dispersaient de tous côtés; si, par une fente, on laissait passer de la lumière du jour, ils se rassemblaient en nuée près de cette fente. Le phénomène se répétait lorsqu'on plaçait devant la fente un liquide ne laissant passer qu'une lumière monochromatique, et quelle que fût la nature de la lumière colorée. Il ressort de ces expériences que les Crustacés perçoivent toutes les couleurs, qu'ils ne sont aveugles pour aucune. C'est donc une confirmation de ce qui avait été trouvé par M. Bert chez les Daphnides d'eau douce.

» Mais il y avait encore une question à résoudre, celle de savoir si ces petits êtres perçoivent les lumières colorées de la même manière que nous. Afin de résoudre cette question, j'ai employé deux fentes au lieu d'une, disposées sous un angle de 40°, et à travers lesquelles je laissais passer, dans le vase obscur, des lumières de différentes natures. Voici les résultats obtenus :

» **1.** Si on laissait passer par une des fentes la lumière blanche et par l'autre une lumière monochromatique, les Crustacés préféraient toujours la première; mais, selon l'éclat de la lumière colorée, ou bien ils se rassemblaient tous devant la lumière blanche, quand la lumière colorée était rouge foncée ou violette, ou bien une petite partie se tenait aussi devant la lumière colorée, quand celle-ci était d'une nuance claire, comme le jaune, le vert, le rouge clair; la plus grande quantité préférait toujours la lumière blanche.

» **2.** Si on laissait passer par l'une des fentes une couleur plus sombre, comme le violet par exemple, et devant l'autre une couleur plus lumineuse, comme le jaune, les Crustacés préféraient toujours la seconde, c'est-à-dire la plus lumineuse. Quand on laissait le violet, et qu'on remplaçait le jaune par le vert ou le rouge clair, le résultat était le même.

» 3. Si, à travers les deux fentes, on laissait passer deux rayons colorés d'une égale clarté, les Crustacés se divisaient en deux parties égales, quelle que fût la nature de la coloration. Ainsi, j'ai comparé le rouge clair avec le jaune, le même rouge avec le vert, le rouge avec le bleu, le jaune avec le vert, le jaune avec le bleu et le vert avec le bleu; la clarté étant la même, la combinaison employée importait fort peu. Mais aussitôt que les solutions devenaient d'une clarté inégale, les Crustacés se partageaient en deux parties inégales; la plus grande partie se rassemblait du côté où la clarté était la plus grande.

» 4. Le même résultat pouvait être obtenu sans changer la concentration de la solution, mais simplement en diminuant la quantité de lumière, en tournant par exemple une des fentes du côté de la fenêtre et l'autre du côté de la chambre; on avait alors devant la première fente toujours plus de Crustacés que devant la seconde. En plaçant devant la fente tournée vers la fenêtre, et par conséquent la mieux éclairée, une solution violette, et devant la fente tournée vers la chambre, une solution jaune, on pouvait, par cette combinaison, obtenir une égale répartition des Crustacés devant les deux fentes ([1]).

» Il résulte de ces expériences que ce qui agit sur les Crustacés, ce n'est point la qualité de la lumière, c'est exclusivement sa quantité. Autrement dit, les Crustacés inférieurs ont la perception de toute onde *lumineuse* et de toutes les différences, même très légères, dans son intensité; mais ils ne sont point capables de distinguer la nature des ondes de différentes couleurs. Ils distinguent très bien l'intensité des vibrations éthérées, leur amplitude, mais point leur nombre. Il y a donc, dans le mode de perception de la lumière, une grande différence entre les Crustacés inférieurs et l'Homme, et même entre eux et les Fourmis; tandis que nous voyons les différentes couleurs et leurs différentes intensités, les Crustacés inférieurs ne voient qu'une seule couleur dans ses différentes variations d'intensité. Nous percevons les couleurs comme couleurs; ils ne les perçoivent que comme lumière. »

([1]) Les substances employées pour obtenir la lumière monochromatique étaient : pour le rouge, la fuchsine; pour le jaune, le chromate de potasse; pour le vert, le sulfate de nickel; pour le bleu, le *bleu de Naples;* pour le violet, le *violet de Parme.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Prolongation de l'activité végétative des cellules chlorophylliennes sous l'influence d'un parasite*. Note de M. MAXIME CORNU.

« M. Schwendener a montré que les Lichens ne sont point des êtres autonomes, mais des êtres complexes : ce sont des Champignons parasites sur des Algues qu'ils recouvrent et entourent d'un lacis de filaments, et aux dépens desquelles ils vivent.

» Cette théorie, qui porte le nom de l'éminent botaniste qui l'a formulée, a été confirmée par les travaux de MM. Rees, Bornet et Stahl; le dernier en a donné, par la méthode synthétique, une magnifique démonstration expérimentale.

» Pour la combattre, on a apporté une foule d'arguments, à tous lesquels une réponse satisfaisante a été fournie, sauf à un seul, qui est le suivant : comment expliquer que l'Algue, enlacée par le Champignon parasite, et qui ne peut vivre sans elle, continue à vivre, bien plus, qu'elle s'accroisse et se multiplie; au lieu de dépérir, elle semble acquérir une vigueur nouvelle. M. Van Tieghem explique ce fait singulier en supposant une forme spéciale de parasitisme qu'il appelle parasitisme *réciproque*.

» M. Rees, dans une Leçon sur les Lichens ([1]), qui a paru dans la *Revue internationale des Sciences* ([2]), déclare qu'il n'y a aucun exemple de faits directement assimilables à l'association qui constitue un Lichen; cette opinion est partagée par la grande majorité des botanistes.

» On pourrait citer l'exemple des Urédinées qui persistent sur les Phanérogames pendant de longues années (*Uromyces, Phragmidium, Puccinia, Podisoma*, etc.); ou les Loranthacées qui, dans certains pays, couvrent les arbres et, sans les tuer, en modifient le port et sa ramification; mais il y a des phénomènes végétatifs bien plus rapprochés de ceux qui paraissent être sans analogie avec aucun autre.

» Remarquons d'abord que la teinte verte de l'Algue n'indique pas forcément une végétation luxuriante, et le nombre des gonidies un développement véritable; il faut y voir uniquement une activité végétative dont la cause pourrait être plus exactement attribuée à la présence d'un organisme étranger. Dans les Phanérogames, les galles et les hypertrophies diverses

---

([1]) *Leçons scientifiques*, publiées sous la direction de Virchow et Holtzendorff, n° 320.

([2]) Numéro du 15 octobre 1879, p. 357.

se reconnaissent aisément; dans les plantes unicellulaires, l'excitation végétative produira des individus nouveaux. Dans le cas où l'Algue est filamenteuse (Graphidées), la multiplication des éléments produits ainsi montre que le développement n'est pas normal; les filaments (*Chroolepus*) sont considérablement modifiés, comme on le sait.

» Le point spécial le plus surprenant, c'est que l'Algue du Lichen non-seulement s'accroît, mais demeure vivante pendant de longs mois, parfois pendant des années, tandis que les mêmes Algues, dans les conditions normales de la nature, s'altèrent, se décolorent et disparaissent parfois complètement chaque année au retour de la saison sèche. Le parasite aurait-il communiqué une vitalité spéciale à cette Algue? C'est ici justement que nous trouverons des analogies étroites avec d'autres cas très nombreux de parasitisme.

» Les Érables sont souvent attaqués, à la fin de l'été, par un Erysiphe (*E. guttata*), qui occupe la face inférieure des feuilles et y fructifie; à l'automne, ces feuilles jaunissent et tombent. Les régions occupées par l'*Erysiphe* demeurent vertes au milieu de tout le reste altéré, et cette teinte persiste, même sur les organes tombés à terre parfois pendant plusieurs semaines et dessinant des plaques parfaitement reconnaissables. Ce phénomène est très commun en France; je l'ai observé également en Angleterre depuis plusieurs années.

» Les feuilles des Rosacées présentent fréquemment, de même que leurs fruits, un parasite très différent, le *Cladosporium dendriticum* Wallr., qui attaque les Poiriers, Pommiers, Sorbiers, etc.; les filaments, au lieu d'envoyer des suçoirs dans les cellules de l'épiderme, comme ceux de l'Erysiphe, serpentent dans l'épaisseur de la membrane, entre l'épiderme et la cuticule, étendant leurs rameaux formés d'éléments courts et déprimés; la matière verte se cantonne dans les régions qu'ils occupent; pas plus que l'*Erysiphe*, ce parasite n'est inoffensif, car il peut déterminer localement la mort du tissu qu'il occupe.

» L'examen microscopique montre que la matière verte des cellules est constituée par de la chlorophylle bien conformée, tandis que, dans les cellules jaunies, la matière colorante est formée par des globules jaunes à contours souvent altérés; le contenu est parfois résolu en globules oléagineux.

» Ce fait est très général; je l'ai observé dans d'autres Ascomycètes encore, notamment dans les Septoriacées; le *Septoria Convolvuli*, si commun à l'automne, peut être cité en premier lieu.

» Les Urédinées présentent des exemples non moins abondants (*Puccinia*, *Phragmidium*, etc.).

» Les Péronosporées elles-mêmes m'en ont offert plusieurs cas très nets; les feuilles de chou d'une culture de *Cystopus candidus*, devenues entièrement jaunes, offraient çà et là des plaques vertes entourant les pustules du *Cystopus*. Enfin des plaques polygonales vertes sur le limbe jauni à l'automne des feuilles de la vigne sont l'un des caractères qui dénotent la présence du *Peronospora viticola*. On pourrait multiplier les citations.

» Les cellules chlorophylliennes, au lieu de tourner au jaune et de devenir inactives, ont donc, par l'action du parasite, conservé leur couleur verte et leur activité vitale plus longtemps que les cellules non attaquées par les divers parasites. Le phénomène peut s'expliquer très facilement par le retour des matières nutritives vers les centres de réserve que le mycélium contre-balance.

» Les Algues vertes ont une période végétative pendant laquelle leur couleur se maintient très intense, puis, sous l'influence de la lumière principalement, elles prennent une teinte plus jaunâtre, qui accompagne souvent la formation des spores durables (*Dauersporen*). Le résultat final est, en général, la destruction définitive de la partie végétative, à la fin de la saison.

» Dans les Lichens, cette destruction de l'Algue n'arrive point après une année; le développement des spores durables est empêché par la présence du Champignon; on ne peut pas dire que ce soit par suite d'une action bienfaisante, cela est hors de doute.

» Les plantes phanérogames, qui ne fleurissent qu'une fois et meurent après la floraison, peuvent être conservées pendant de longues années par un artifice de culture; si l'on gêne leur développement, la floraison ne peut se produire; on leur voit alors prendre un port tout à fait différent, parfois bien plus luxuriant en apparence. Les cultures des serres, des jardins fourniraient de très nombreux exemples de ce que j'avance; on peut citer, parmi les plus connues, les modifications que subissent la Sensitive et le Ricin quand on les maintient sans fleurir.

» On rattache ainsi à des exemples très simples un fait général chez les Lichens et dont l'explication paraît être des plus faciles désormais. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les* Sphenozamites. Note de M. **B. Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Les *Sphenozamites* forment un genre remarquable de *Zamiées* fossiles, indiquées seulement par Brongniart ([1]), toujours rares dans les gisements où on les a rencontrées, et cantonnées jusqu'à présent dans les terrains jurassiques.

» Si l'on en distrait le *Cyclopteris Beanii* L. et H., le *Pterophyllum oblongifolium* Kurr., qui rentrent dans les sous-genres *Rhombozamites* et *Glossozamites* de Schimper, ce genre renferme les Zamiées fossiles à frondes pennées, dont les pinnules, relativement assez développées, sont insérées sur les bords du rachis, à une certaine distance les unes des autres, sensiblement pédicellées et articulées; leur forme est ovale-allongée ou ovale-rhomboïdale, atténuée en coin à la base, sans traces d'auricule. Les nervures qui parcourent le limbe coriace sont égales, dichotomes, partent de la base rétrécie pour se diriger en divergeant vers les bords, où elles forment quelquefois, en se prolongeant, des dentelures plus ou moins marquées.

Les *Sphenozamites* paraissent avoir occupé un rang élevé parmi les Cycadées des terrains secondaires; les plus anciens appartiennent à l'oolithe inférieure.

» L'espèce que nous allons décrire aujourd'hui, sous le nom de *Sp. Rochei*, se rapproche du *Sp. undulatus* de Sternberg. Ce dernier possède des frondes à contour linéaire, allongées, larges de $0^m,6$. Les pinnules oblongues, alternes, sont fixées, à une distance de $0^m,015$ à $0^m,018$, sur les côtés du rachis par une base quelque peu élargie et oblique; le bord supérieur, à courbure moins marquée que l'inférieur, est crénelé. Leur longueur est d'environ $0^m,032$ et leur plus grande largeur de $0^m,012$. Le rachis, un peu plus renflé au milieu de la fronde qu'aux extrémités, mesure $0^m,0035$, à $0^m,004$.

Dans le *Sp. Rochei*, le contour de la fronde, longuement linéaire, est large de $0^m,055$. Le rachis présente un diamètre de $0^m,003$ sur toute la longueur de la portion conservée, qui est de $0^m,14$.

» Les pinnules alternes, placés sur les côtés du rachis, à une distance de $0^m,012$ à $0^m,014$, longues de $0^m,025$ et larges de $0^m,010$ ou $0^m,011$, sont oblongues, atténuées en coin à la base, presque pédicellées, articu-

([1]) *Tableau des genres de végétaux fossiles*, p. 61.

lées (l'échantillon a perdu d'un côté plusieurs d'entre elles), légèrement décurrentes; leur bord supérieur, arrondi, est légèrement dentelé quand il est complet. Les nervures fines partent en divergeant de la base rétrécie de la pinnule, et se terminent vers les bords, après s'être dichotomisées une ou deux fois.

» Le fait le plus saillant de cette Note, et sur lequel je désire appeler l'attention, est la présence, dans les couches inférieures du terrain permien d'Autun, des *Sphenozamites*, qui ne laissent pas que d'avoir, comme l'on sait, certaines ressemblances avec les *Nœggerathia* du terrain houiller moyen.

» L'échantillon de M. Roche, à qui la science doit déjà de nombreuses découvertes, mises en lumière par le savant professeur M. Gaudry, vient combler partiellement une grande lacune existant entre certaines *Zamiées* secondaires et certaines plantes de la même famille du terrain houiller.

» Les progrès incessants que l'on fait dans cette direction amèneront peut-être à voir dans les frondes des *Sphenozamites*, des *Pterophyllum*, etc., houillers le feuillage des tiges silicifiées (Cycadoxylées) dont les gisements d'Autun nous ont révélé la structure intime. »

GÉOLOGIE. — *Sur les prétendus organismes des météorites.* Mémoire de M. Carl Vogt, présenté par M. Daubrée. (Extrait par l'auteur.)

« Je me suis appliqué, dans mon Mémoire, à chercher si les conformations signalées par M. Hahn avaient réellement la structure des organismes auxquels il les attribue.

» Par une comparaison détaillée des spongiaires vivants et fossiles avec les prétendus spongiaires des météorites, je démontre qu'il n'y a aucune ressemblance dans la structure microscopique. Je prouve, également par des comparaisons, que ni les coraux ni les crinoïdes que M. Hahn croit avoir découverts dans les météorites n'ont rien de commun, dans leur structure microscopique, avec les coraux et crinoïdes vivants ou fossiles.

» Je réfute la théorie, au moins singulière, suivant laquelle les coraux ne seraient qu'un développement évolutif des spongiaires, et les crinoïdes une évolution ultérieure des coraux.

» Je démontre que, pour arriver à une connaissance aussi complète que possible de la constitution des chondres, il faut avoir recours à des observations de contrôle, basées sur la dissociation des éléments, opérée par des

agents chimiques (acides, potasse caustique) ou par l'action mécanique du polissage poussé jusqu'à sa dernière limite. Les fragments ainsi obtenus doivent être étudiés, non seulement à la lumière ordinaire, mais aussi à la lumière polarisée. Les observations de contrôle démontrent, avec la dernière évidence, que les chondres sont entièrement composés de pièces cristallines, diversement agencées et groupées, et que toute conformation organique leur est complètement étrangère.

» Je passe ensuite à la comparaison des structures observées sur les chondres avec celles des produits artificiels, dont MM. Daubrée et Stanislas Meunier ont donné connaissance à l'Académie. Je prouve, par des dessins faits à la chambre noire, que diverses formes cristallines que l'on peut observer dans les météorites ont été reproduites, il y a longtemps, par M. Daubrée, et que les givres d'enstatite, fabriqués par M. Meunier, montrent sous le microscope le même agencement rayonnant et articulé que les prétendus organismes de M. Hahn.

» Enfin, je démontre que des conformations colonnaires, qui ne se dévoilent que par le polariscope ou par le choc, et que l'on observe dans certains chondres, se retrouvent sous les mêmes conditions dans des roches terrestres.

» Les études comparatives, appuyées par des dessins faits d'après nature, me conduisent aux conclusions suivantes, par lesquelles je termine mon Mémoire :

» 1. Les prétendus organismes des météorites (chondrites) n'existent pas : ce que l'on a décrit et figuré comme tel est engendré par des conformations cristallines, absolument inorganiques.

» 2. Aucun de ces prétendus organismes n'a la structure microscopique propre aux organismes vrais, auxquels on les a associés; en particulier, les prétendus spongiaires ne montrent pas la structure des spongiaires vivants ou fossiles, ni les soi-disant coraux celle des polypiers, des anthozoaires, ni les crinoïdes imaginaires celle des crinoïdes reconnus.

» 3. Les structures observées sont ou dues à la présence d'une matière incrustante opaque, ou le résultat d'illusions d'optique, causées par une méthode incomplète de recherches microscopiques.

» 4. L'étude microscopique de plaques minces, obtenues par le polissage poussé seulement jusqu'à une certaine limite, est insuffisante pour se rendre compte de la structure des chondres. Cette recherche doit être contrôlée par des observations faites sur des plaques réduites à la dernière limite,

ainsi que par l'examen des chondres dissociés au moyen des acides et de la potasse caustique.

» 5. Les observations de contrôle démontrent, avec évidence, que tous les chondres sont composés de pièces transparentes, cristallines, groupées de différentes manières, mais le plus souvent en colonnettes ou en aigrettes ramifiées et rayonnantes depuis un centre. Les interstices, les cassures et les séparations de ces pièces groupées sont remplis par une matière incrustante opaque, résistant en grande partie à l'action des acides, simulant des cloisons *ayant corps* et autres particularités attribuées à une structure organique.

» 6. Les aigrettes composant les chondres sont identiques, quant à leur forme et au groupement des pièces cristallines qui les composent, avec les aigrettes d'enstatite artificielle, obtenues par M. Stanislas Meunier dans ses expériences; comme aussi les boulettes de givre formées dans ces mêmes expériences sont analogues, quant à l'ensemble du groupement, aux chondres à structure ramifiée et articulés.

» 7. Certains chondres à fin striage laissent voir un groupement colonnaire rectiligne, identique avec la structure de certaines enstatites terrestres (*Schifferfels* de Baste, dans le Harz).

» 8. La plupart des chondrites contiennent une quantité de groupes de cristaux plus gros, identiques, quant à leur groupement, leur forme et leur structure, avec les groupes de cristaux d'enstatite, obtenus par M. Daubrée par la fusion du péridot avec du fer doux.

» 9. Abstraction faite des masses pulvérulentes, des substances métalliques et de la matière incrustante non cristallisée, les météorites ordinaires ne sont composés que d'éléments cristallins, réunis en chondres, comme le démontre la désagrégation au moyen de l'usure ou des acides. »

M. J. Joffroy adresse la description d'un *stéréographe,* permettant de dessiner rapidement un paysage ou un portrait.

M. J. Seurre adresse une Note relative à quelques-unes des particularités offertes par les piles secondaires.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 DÉCEMBRE 1881.

Statistique de la France. Nouvelle série, t. VIII : *Statistique annuelle*, année 1878. Paris, Impr. nationale, 1881; in-4°.

Algérie et Tunisie; par M. FERDINAND DE LESSEPS. Paris, Chamerot, 1881; br. in-8°. (Extrait de la *Nouvelle Revue*.)

Résolutions votées par le Congrès géologique international, 2e session. Bologne, 1881. Sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Paléontologie française ou *Description des fossiles de la France.* 1re série : *Animaux invertébrés. Terrain jurassique;* liv. 48. *Chinodermes réguliers; par* M. G. COTTEAU; texte, feuilles 13 à 15 du t. X; Atlas, Planches 311 à 322. Paris, G. Masson, 1881; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Société des Sciences médicales de Gannat. Compte rendu des travaux de l'année 1880-1881, *présenté dans la séance du* 6 *juin* 1881, *par* M. P. FABRE. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1881; in-8°.

De l'Atlantique au Niger; par le Fontah-Djallon. Carnet de voyage de AIMÉ OLIVIER, vicomte DE SANDERVAL. Paris, Ducroq, 1882; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Emétine et atropine, etc.; par J. GRASSET et A. AMBLARD. Montpellier, Coulet, 1881; in-8°.

Rapport sur les actes et résultats de la troisième Conférence polaire internationale, tenue à Saint-Pétersbourg pendant les jours du 1er *au* 6 *août* 1881. Saint-Pétersbourg, 1881; br. in-4°.

Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino; Vol. XVI, disp. 7a (giugno 1881). Torino, E. Loescher, 1881; in-8°.

Das Gehörorgan der Wirbelthiere; morphologisch-histologische Studien; von G. RETZIUS. I. *Das Gehörorgan der Fische und Amphibien.* Stockholm, Samson et Vallin, 1881; in-4° relié. (Renvoyé à l'examen de M. Ch. Robin.)

Observations of the transit of Venus december 8-9 1874, *made and reduced under the direction of the Commission created by Congress.* Edited by S. NEWCOMB. Washington, government printing office, 1880; in-4° relié. (Renvoi à la Commission du passage de Vénus.)

Astronomical and meteorological observations made during the year 1876 *at*

the United States naval Observatory, in two Parts. Part. II. Washington, government printing office, 1880; in-4° relié.

War department. Office of the chief signal officer. Daily bulletin of wealer-reports signal-service United States army, etc., june, july, august 1877. Washington, Government printing office, 1879-1880; 3 vol. in-4°.

Smithsonian miscellaneous collections, Vol. XVIII à XXI. Washington, 1880-1881; 4 vol. in-8°.

Smithsonian contributions to Knowledge, Vol. XXIII. Washington, 1881; in-4°.

Transactions of the Cambridge philological Society, Vol. I, from 1872 to 1881, edited by J.-P. POSTGATE. London, Trubner et C°, 1881; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 DÉCEMBRE 1881.

Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Catalogue des brevets d'invention, année 1880, n° 12, III[e] Partie; année 1881, n° 4, I[re] et II[e] Parties. Paris, J. Tremblay, 1881; 3 liv. in-8°.

Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture de France, t. CXXVI. Paris, au siège de la Société, 1881; in-8°.

Cours de Botanique fossile fait au Muséum d'histoire naturelle; par M. B. RENAULT. 2[e] année. Paris, G. Masson, 1882; in-8°.

Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale: Paléontologie; par G. VASSEUR. *Atlas, Pl. I-III* et *V-XI.* Paris, 26 décembre 1881; in-4°.

Note sur le percement de l'isthme de Suez, etc.; par VERGNE. Pithiviers, Impr. nouvelle, 1881; in-8°.

Compte rendu des travaux de la Société de Médecine, Chirurgie et Pharmacie de Toulouse, depuis le 15 mai 1880 jusqu'au 14 mai 1881. Toulouse, impr. Douladoure-Privat, 1881; in-8°.

Nouveaux procédés ayant pour but de revêtir les métaux d'une couche adhérente et brillante d'autres métaux; par M. F. WEIL. Paris, A. Lahure, 1865-1867-1881; br. in-8°.

Causes et effets de la maladie de la vigne. Moyen de les combattre; par GAGNAIRE aîné. Bordeaux, impr. Gounouilhou, 1881; br. in-8°.

Annuaire tunisien pour l'an 1882; par EL-HADJ-HASSEN-LAZOUGHLI. Tunis, impr. du Gouvernement tunisien, 1881; br. in-8°.

Bulletin et Mémoires de l'Université impériale de Kazan, 1880, n[os] 1 à 6. Kazan, 1879-1880; 6 vol. in-8°, en langue russe.

Publications de la Commission suisse pour l'étude des tremblements de terre. — Les tremblements de terre et leur étude scientifique; par A. HEIM. *Die Einführung seismometrischer Beobachtungen in der Schweiz. — Tremblement de terre du* 30 *décembre* 1879. — *Die schweizerischen Erdbeben vom November* 1879 *bis Ende* 1880. — *Les tremblements de terre étudiés par la Commission sismologique suisse, de novembre* 1879 *à fin décembre* 1880; *par* F.-A. FOREL. Berne, Genève et Zurich, 1879-1881; 6 br. in-12, in-8° et in-4°.

Sulla maturazione dei frutti. Studi del Prof. D^r ALESSANDRI. Prato, tipogr. A. Lici, 1881; in-8°.

Reale Accademia dei Lincei. Nuovi processi d'imbiancamento delle fibre tessili vegetali e animali, etc. Memoria *del* D^r ALESSANDRI. Roma, Salviucci, 1879; in-4°.

Proceedings of the american Academy of Arts and Sciences, new series, Vol. VIII. Whole series, Vol. XVI; Part II. Boston, John Wilson, 1881; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 29 août 1881.)

Page 420, *au lieu de* l'équation (2), *lisez*

(2) $CH^2Cl, CHOH, CH^2I + 3HI = CH^2Cl, CH^2CH^3 + H^2O + 2I^2.$

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-TREIZIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1881.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XCIII.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

Q

R

S

T

U

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
Paris. — Quai des Augustins, 55.